NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

Une publication ARSCA

n°64 - Décembre 2014

Un point sur l'année 2014

Dans ce numéro

L'évolution du secteur énergétique

Biomasse après l'âge du feu… l'ère de la séquestration du carbone ?

Géothermique : le centre de Chevilly-Larue

De la mine au combustible

Les réacteurs

L'aval du cycle et le démantèlement

Sûreté et Environnement

Le réacteur OSIRIS ou le choix entre santé et sécurité

Quelques rappels

ARSCA

Association d'anciens et de retraités d'AREVA

NUCLÉAIRE & ÉNERGIES

NOTE D'AMBIANCE

Un point sur l'année 2014 Page 4

ÉNERGIE

L'évolution du secteur énergétique Page 10
Biomasse De l'âge du feu à l'ère de la séquestration du carbone ? Page 18
Géothermique : visite du centre type de Chevilly- Larue Page 23

NUCLÉAIRE

De la mine au combustible Page 28
Les réacteurs Page 31
L'aval du cycle et le démantèlement Page 37

NUCLÉAIRE et SOCIÉTÉ

Sûreté et Environnement Page 40
Le réacteur OSIRIS ou le choix entre santé et sécurité Page 46

QUELQUES RAPPELS

Page 49

La photographie de couverture représente un générateur de vapeur destiné au réacteur EPR de Flamanville 3. Partie inférieure. AREVA, usine de Chalon Saint−Marcel.

Copyright : AREVA, SIRAND Tracy

« NUCLÉAIRE ET ENERGIES» est établi à partir d'articles rédigés par différents auteurs. Ont contribué à ce numéro :

Note d'ambiance : Bernard LENAIL
Energie : Guy DUCROUX
Energies Renouvelables : Jean-Luc SALANAVE et Pierre MIQUEL
Nucléaire : Claude SEYVE, Jacques SIMONNET
Sûreté et Environnement : François JUSTIN, membre d'ARA (Anciens de SGN)
Nucléaire et Société : Aimé DARRICAU

La coordination de l'ensemble des rubriques est réalisée par Claude SEYVE et Danièle RAISONNIER avec la collaboration de Bernard LENAIL et de Françoise DELEIGNE

ARSCA
Tour AREVA, Boîte 0706-B2
1 Place Jean Miller, 92084 PARIS LA DEFENSE
Mail bureau@uarga.org Site www.uarga.org

DÉCÈS DE LUC OURSEL

Le 3 décembre 2014 nous avons appris avec beaucoup de tristesse le décès de Luc Oursel, président du directoire d'AREVA.

Entré dans le Groupe en 2007 avant d'accéder à la présidence du directoire en juin 2011, nous étions peu nombreux parmi les anciens d'AREVA à avoir eu l'occasion de rencontrer Luc Oursel. Cependant au cours des dernières années nous avons eu à deux reprises l'occasion d'avoir avec lui des échanges très libres et cordiaux sur la vie du Groupe et celle de notre Association au cours desquels il nous avait témoigné sympathie et compréhension. Nous avons pu constater son dynamisme, l'énergie et le courage qu'il déployait pour redresser une situation délicate dans un contexte devenu extrêmement difficile. Nous avons pu bénéficier de ses impulsions pour nous aider à développer notre Association et étendre sa notoriété ainsi que de ses encouragements pour poursuivre la promotion de l'énergie nucléaire. Enfin quelques jours à peine avant de devoir cesser toutes ses activités pour lutter contre la maladie quelques-uns d'entre nous l'avions croisé à la World Nuclear Exhibition du Bourget.

Nous retiendrons de Luc Oursel sa chaleur, son énergie et son dévouement au service d'AREVA au cours des dernières années, dans le droit fil d'une carrière toute entière consacrée à son pays.

Un point sur l'année 2014

Bernard LENAIL

Les principaux sujets sont rapidement passés en revue ci-dessous. Le lecteur ne sera donc pas surpris de voir de nombreux points repris en détail dans des différents chapitres de ce numéro de Nucléaire et Energies.

Les énergéticiens sont inquiets des dérèglements des marchés alors que les conflits dans différents pays augmentent l'insécurité énergétique. Ailleurs, comme en Europe, ils sont aussi affectés par la crise économique qui dure ce qui ajoute à leurs difficultés. En outre les évolutions du cours du pétrole posent beaucoup de questions. Pour ce qui est du nucléaire l'année 2014 est loin d'avoir été bonne comme nous le verrons à travers la revue qui suit.

En ce qui concerne la protection du climat en revanche, l'année se termine mieux qu'elle n'avait commencé. Les émissions de CO_2 n'ont bien sûr pas été jugulées mais on observe peu à peu une mise en ordre des idées en vue de la Conférence de Paris de décembre 2015 comme nous allons le rappeler.

En France tout d'abord, un long débat sur la transition énergétique a abouti à une *Loi de Transition Energétique pour une croissance verte* votée en première lecture par l'Assemblée Nationale en octobre. Curieusement, cette loi semble donner satisfaction à presque tout le monde, la plupart des milieux politiques et industriels louant une loi équilibrée. Nous avons quelque mal à partager l'euphorie : voilà des années que nous savons qu'il faut réduire les émissions de CO_2 d'un facteur quatre d'ici 2050 et on voit mal comment le faire sans réduire la consommation d'énergie fossile dans les mêmes proportions mais la loi est presque muette sur ce point. Faire croire qu'on puisse le faire en diminuant la part du nucléaire et en se contentant de développer les énergies renouvelables et en comptant sur une sobriété à tout va, c'est faire preuve de beaucoup de naïveté ou d'hypocrisie et mettre le pays sur la voie du déclin et de l'appauvrissement. Quelle transition énergétique préparons-nous ? A une époque où on nous parle sans arrêt de transparence, cette transition semble bien obscure.

Une *autre transition est à l'œuvre* avec tous les changements de tête intervenant de façon non coordonnée, parfois imprévue, en quelques semaines chez EDF, AREVA, CEA, TOTAL, GDF-SUEZ, ANDRA et ITER. Partout le paysage a commencé de changer dans toute la filière énergétique, ces changements entraineront ils des bouleversements ou sont-ils annonciateurs de nouveaux élans, d'un nouveau départ ?

Après un débat (semi) public, *le projet CIGEO de Bure* suit son cours à l'ANDRA mais l'ANDRA n'est pas seule à se préparer : les réseaux d'extrémistes de toutes obédiences qu'on a vu à l'œuvre en différents points du pays – Notre-Dame-des-Landes, Calais et tout dernièrement de façon dramatique, dans le Tarn, au lac de Sivens – préparent déjà la bataille de Bure avec l'espoir d'un nouvel enterrement qui serait lui aussi dramatique. Le gouvernement par ailleurs n'a pas indiqué ses intentions.

AREVA souffre et souffre de plus en plus, chacun a pu le constater : les comptes tardant à se redresser, le programme de l'EPR en Finlande avançant mais continuant à glisser, la baisse de charge due à l'arrêt du programme japonais étant beaucoup plus longue qu'anticipée par AREVA, le développement des éoliennes étant face à de sérieuses difficultés,... bref c'est d'un

plan d'urgence dont AREVA a maintenant besoin. A n'en pas douter des solutions radicales vont devoir être mises en œuvre rapidement par les nouveaux responsables. Toute notre sympathie va à l'ensemble du personnel. Nous espérons qu'AREVA retrouvera l'aura qu'elle a aujourd'hui perdue.

Les promoteurs des énergies renouvelables souffrent eux aussi : ils sont affectés par des retards d'ordre juridique, des perspectives de premières révisions à la baisse (enfin) du soutien aux ENR et sans doute aussi du fait du manque de tonus du pays.

Au Bourget, s'est tenue la première édition du World Nuclear Exhibition réunissant pendant trois jours quelque 500 exposants et accueillant plus de 7000 visiteurs de toutes nationalités. C'était super ! Mais les visiteurs étrangers repartis, la morosité était toujours là.

Depuis quelques mois les *survols de sites nucléaires par des drones* se succèdent sans qu'on connaisse les auteurs de ces opérations. Plusieurs sites simultanément ont été concernés, certains sites plusieurs fois. En eux-mêmes ces drones ne présentent pas de danger réel pour les installations mais il est très préoccupant de ne pas connaitre les réponses aux questions les plus banales : quels sont les auteurs, leurs motivations...les menaces et risques induits à plus long terme. Bref, cela interpelle.

Pour EDF l'année a été bonne : de nombreuses améliorations ont eu des effets visibles qui traduisent de gros efforts déployés en matière de production et de maintenance par l'électricien et son personnel. Les objectifs de production ont été atteints ou dépassés pour le nucléaire et l'hydraulique, les arrêts programmés respectent mieux les programmes, la construction de l'EPR de Flamanville avance et d'importantes étapes ont été franchies en 2014 mais en novembre EDF a dû annoncer un nouveau retard repoussant la mise en service à 2017.

Au Japon, deux grands thèmes dominent : la question du redémarrage des réacteurs à l'arrêt depuis l'accident de Fukushima et les travaux sur le site de Fukushima.

Depuis des mois et des mois on nous parle en France du *redémarrage des réacteurs japonais*, mais ce n'est que depuis peu que les japonais eux-mêmes avancent, avec prudence, quelques dates. Il est vrai qu'il fallait d'abord créer une nouvelle autorité de sûreté, la gréer d'experts non contestés, définir de nouveaux critères de sûreté, il a fallu du temps pour que les électriciens rédigent les dossiers et réalisent les modifications nécessaires…aujourd'hui, après plusieurs navettes entre autorités et exploitants, les premiers accords des municipalités en cause et du gouverneur de la province sont acquis…un très grand pas a été franchi. Tout indique que le démarrage des deux réacteurs de Sendai (PWR de Kyushu EPCo) approche. Après approbation par les autorités de sûreté des dernières procédures encore en instance les réacteurs pourraient redémarrer en janvier ou février 2015 sur accord du premier ministre qui, sauf évènement politique toujours possible, ne devrait pas rencontrer de difficultés. Le démarrage ravivera bien sûr la contestation au Japon mais pas dans la région concernée.

Les dossiers de 10 autres réacteurs PWR sont actuellement en instance de même que ceux de 8 BWR pour lesquels les choses risquent d'être beaucoup plus difficiles, du même type que les réacteurs accidentés de Fukushima, ces 8 BWR sont à l'évidence handicapés.

S'agissant du *site de Fukushima* lui-même, il y différents progrès manifestes, à commencer par une meilleure gestion d'ensemble du site, une meilleure organisation générale et une meilleure communication.

Sur le plan concret on note le retrait de l'ensemble des combustibles usés de la piscine du réacteur n°4, la piscine qui était la plus chargée du site au moment de l'accident (1331

assemblages) et dont la structure avait été grandement fragilisée : une opération magistralement menée sans incident et dans les délais prévus malgré un contexte très difficile, bravo à TEPCO pour la réussite d'un programme tout à fait essentiel. Les opérations de transfert restantes (près de 1600 assemblages) vont maintenant se porter sur les piscines 3, puis 1 et enfin 2.

La question du retrait des 3 cœurs de réacteurs fondus fait l'objet de nombreuses études et les cuves elles-mêmes de différentes investigations, mais aucune opération de retrait n'interviendra avant 7 ou 8 ans.

La question de la gestion des eaux contaminées qui a défrayé la chronique et soulevé des critiques tout au long de 2013 n'est pas encore surmontée mais TEPCO aperçoit enfin le bout du tunnel : le rythme d'accroissement des volumes à stocker s'est sensiblement ralenti et des procédés fiables et performants de traitement/décontamination des eaux sont en cours de mise en place. La perspective de rejet en mer d'eaux très bien décontaminées devient crédible à terme, mais les pêcheurs s'y opposent encore.

Dans la Zone d'exclusion de 20 à 30 km autour de la centrale les travaux de décontamination se poursuivent et de premiers retours d'habitants évacués ont pu intervenir, ceux-ci sont cependant assez lents du fait que les destructions et différents désordres dus au tsunami compliquent beaucoup la réinstallation des habitants ; par ailleurs au cours des trois dernières années beaucoup de personnes déplacées ont retrouvé une activité ailleurs au Japon et ne sont pas susceptibles de revenir.

Les différents travaux de décontamination en dehors du site se sont déjà traduits par l'accumulation de 40 millions de m^3 de déchets divers contaminés (végétaux divers et terre) mis dans des sacs que le gouvernement a récemment décidé d'incinérer en vue de stocker les cendres. Deux sites ont maintenant été sélectionnés pour ces opérations classiques mais jamais réalisées sur de telles quantités.

En Grande Bretagne, EDF va pouvoir commencer la *construction des deux EPR prévus sur le site de Hinkley Point* : un an après l'accord du gouvernement britannique c'est en octobre que la Commission Européenne a donné son autorisation au projet et en particulier aux conditions de soutien financier octroyé à EDF par le gouvernement britannique. Après dix ans d'efforts d'EDF en Angleterre, une nouvelle phase commence pour laquelle EDF s'est très sérieusement préparée.

Ailleurs en Europe les choses sont très disparates : qu'on en juge

En *Belgique* les choses sont particulièrement complexes : problèmes techniques sur trois des centrales les plus récentes, changement de gouvernement, risque de pénurie d'électricité dès cet hiver…de sorte que la décision vient d'être prise de prolonger les deux plus anciens réacteurs que l'exploitant s'apprêtait à arrêter, alors que le gouvernement vient une énième fois de confirmer l'arrêt de tous les réacteurs à l'horizon 2025 alors que la ministre de l'énergie elle-même ne voit pas comment cela sera possible et ne semble pas écarter la construction de réacteurs de nouvelles génération. Bref ce n'est pas très clair !

En *Espagne* la situation est bien différente, le gouvernement est pro-nucléaire depuis quelques années et après avoir arrêté les investissements dans les ENR se montre favorable aux électriciens nucléaires, tout en les taxant ! Du fait des nouvelles taxes, Nuclenor avait décidé d'arrêter la vieille centrale de Santa Maria et, maintenant que celle-ci est à l'arrêt, voilà que l'électricien s'apprête à la relancer pour différentes raisons fort compréhensibles mais aussi une

raison pour le moins inattendue : Nuclenor avait omis de demander la permission d'arrêter ! Bref à Santa Maria on remet ça alors que la centrale de Trillo en reprend elle pour dix ans. Il y a de quoi faire rêver dans la région de Fessenheim.

En *Allemagne* les électriciens historiques sont à la peine : E.on et RWE doivent complètement revoir leur modèle suite au développement des énergies renouvelables et au soutien financier que celles-ci reçoivent. E.on vient par exemple d'indiquer abandonner le gaz, le charbon et le nucléaire, son cœur de métier traditionnel pour ne conserver que les ENR. D'où cessions énormes et dépréciations gigantesques en vue avec réduction de l'effectif de 60 à 40 000 salariés. Il est encore trop tôt pour savoir si la transition *à l'allemande* sera du goût de tous.

En *Suisse* les choses sont à la fois simples et compliquées : bien sûr on va arrêter tous les réacteurs, oui mais quand ? Certes le nucléaire est dangereux mais rien ne presse ! Et les remplacer, mais par quoi ? La stratégie 2050 sera débattue au Parlement en fin d'année et les Verts se lamentent : *avant Fukushima on parlait de nouveaux réacteurs pour remplacer les plus anciens, puis au lendemain de l'accident on envisageait de tout arrêter vers 2035, et maintenant voilà qu'on parle de durées de vie de plus de 50 ans voire 60 ans. Les investissements en faveur des énergies renouvelables sont freinés sans doute,* persiffl ent les Verts, *pour maintenir en service les vieux réacteurs nucléaires.* Après le vote du *National* et le grand marchandage pour sortir du nucléaire *à reculons (*aucune date n'a été fixée pour l'arrêt des centrales et Beznau, la plus ancienne de toutes, pourra tourner sans doute jusqu'en 2031) les Suisses ne sont pas près de *transitionner !*

En *Suède*, là aussi après les élections, le nouveau gouvernement s'apprête à changer de politique : après avoir décidé de remplacer les réacteurs existants et même envisagé un prototype de génération IV (loi de 2010 du précédent gouvernement) voilà qu'on tourne à nouveau casaque ! Le nouveau gouvernement a décidé de geler tous les projets, d'orienter les investissements vers le tout *renouvelable* et de réfléchir quant à l'arrêt des réacteurs. Affaire à suivre, mais ce doit être bien difficile de bâtir un plan énergétique quand la politique change aussi souvent et aussi radicalement, d'autant que de nouvelles élections générales interviendront sous peu.

Aux **USA** le ciel est plus clément non seulement les américains ont le gaz de schistes et l'exploitent mais, dans les états où le marché de l'électricité est réglementé, les électriciens ont le champ libre, et peuvent opter pour des investissements lourds dans le nucléaire : 4 réacteurs AP1000 sont en construction depuis peu et la renaissance du nucléaire pourrait se poursuivre car d'autres électriciens semblent tentés. Ceci dit la construction des AP1000 qui a commencé en 2009 pour les premiers se fait dans la douleur : déjà près de deux ans de retard. Là aussi, après plus de trente ans d'interruption après de dernier chantier, relancer des constructions de ce type n'est pas une mince affaire.

L'**Australie** est un pays dont on parle peu dans le milieu nucléaire, sauf en matière d'uranium, mais cela pourrait changer dans les années à venir : ne vient-on pas en effet d'entendre le premier ministre indiquer *qu'il n'avait pas d'objection théologique sur la question du nucléaire… et qu'il fallait maintenant se pencher sur l'option nucléaire.* Un coup de tonnerre évidemment dû aux pressions dont fait l'objet l'Australie du fait de son recours massif au charbon et de son dédain jusqu'à maintenant pour ce qui a trait au climat et aux émissions de CO_2…mais un coup de tonnerre complètement occulté en France…c'est loin l'Australie et encore plus loin de l'air du temps qui prévaut en France !

En **Chine comme en Russie** la situation est bien différente. C'est un tout autre monde :

En Chine au moment de Fukushima les chantiers en cours, dont les deux EPR de Taïshan, se sont poursuivis, servis par une main d'œuvre abondante, qualifiée et peu chère et aidés par une autorité de sûreté peu tatillonne. Par ailleurs les projets futurs suspendus suite à l'accident japonais ont maintenant été relancés sur la base de réacteurs de troisième génération exclusivement, si possible de conception chinoise, et uniquement sur les sites de bord de mer pour l'instant. La Chine dispose maintenant de ses *propres* technologies, d'un tissu industriel à même de réaliser bientôt tous les équipements sur son territoire et aspire à se projeter à l'exportation. On comprend bien l'intérêt qu'il y a pour les français et les américains à tout faire pour renforcer et pérenniser leurs partenariats avec leurs homologues chinois.

En Russie, tout va bien aussi : quelques réacteurs sont en construction et, surtout, la Russie engrange commande après commande à l'export. Le compte des commandes est difficile à tenir car il n'est pas aisé de distinguer commandes fermes, intentions de commande, modification de commandes, prospects divers et parfois intox…Il est clair que la Russie dispose d'une technologie éprouvée, apporte les financements nécessaires, s'implique dans l'exploitation des installations, fournit le combustible et reprend les combustibles usés. Dans ces conditions elle ne craint guère la concurrence.

Bref en Chine comme en Russie tout baigne ! Le monde a donc déjà le choix entre deux filières : la filière chinoise et la filière russe, l'avenir laissera-t-il une place à d'autres filières ?

En **matière de climat** l'année 2014 aura été une année de préparation vers la grande conférence de décembre 2015 à Paris. Tout au long de l'année qui s'achève le décor s'est progressivement planté : le GIEC s'est alarmé à plusieurs reprises, rien de nouveau en cela, s'il l'a fait de façon de plus en plus dramatique il a cependant introduit une nuance d'espoir (*nos prévisions se confirment d'année en année et, à condition de ne plus perdre de temps,…il est peut-être encore temps d'agir tous ensemble pour limiter la hausse des températures à 2°C...*alors que la trajectoire actuelle montre une tendance entre 3 et 4°C). L'AIE (Agence internationale de l'énergie) milite elle aussi pour des mesures urgentes afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, d'autres organismes formulent des recommandations similaires et de grandes entreprises militent aussi dans le même sens, certaines vont plus loin en passant à l'action. Pour le GIEC comme pour l'AIE, par exemple, l'énergie nucléaire n'est plus le paria qu'elle fut longtemps, ces derniers reconnaissent, certes de façon encore timide, que cette énergie est à bas carbone et a donc toute sa place dans l'avenir d'autant que la consommation d'énergie continue et continuera de croitre et que, malgré leurs attraits, les énergies éolienne et solaire ont leurs limites : le soleil ne brille pas toujours et le vent ne souffle pas toujours.

Les choses commencent à bouger :

L'Europe s'est mise d'accord : à la traine sur les plans politique et économique, elle se veut exemplaire sur le climat et espère entraîner la communauté internationale à sa suite : l'accord à 28 s'est fait en octobre pour réduire d'ici 2030 de 40%, au moins, ses émissions de gaz à effet de serre par rapport au niveau de 1990, augmenter la part des énergies renouvelables et faire 27% d'économies d'énergie par rapport au niveau de 1990. Ces objectifs sont très ambitieux mais pas assez pour satisfaire les écologistes. L'Europe s'est en outre assigné l'objectif de devenir énergétiquement indépendante, avec pour l'instant des politiques non coordonnées !

Les Etats-Unis et la Chine ont conclu un accord qu'ils ont eux-mêmes qualifié d'historique. Historique, oui en ce sens que pour la première fois la Chine s'engage de façon concrète : faire

pour la Chine que les émissions plafonnent autour de 2030 pour décroitre ensuite et essayer d'y arriver plus tôt et pour les Etats-Unis réduire les émissions de 26 ou 28% d'ici 2025 par rapport à 2005. Ces objectifs ne sont pas très ambitieux mais aller au-delà aurait exposé le président Obama à de graves difficultés au plan interne. On peut au moins espérer que la bonne volonté affichée en commun par la Chine et les Etats-Unis rendra encore plus inconfortable la position des pays qui, à l'image de l'Australie et du Canada, trainent les pieds : donc un accord au total très encourageant.

La semaine suivante, lors du *G20 qui se tenait en Australie*, alors que cela n'était pas prévu et malgré les efforts de l'Australie pour écarter le sujet de l'agenda, la déclaration finale du G20 fait référence au climat et préconise des mesures pratiques pour arriver à un accord à Paris en 2015 et contribuer au Fonds Vert (fonds devant aider les pays pauvres à financer des projets de lutte contre le réchauffement et ses effets). Ce bon *clima*t se confirmait la semaine suivante lors d'une réunion des *donateurs* sous l'égide de l'ONU puisque près de 10 milliards de $ étaient mis sur la table. Il est trop tôt pour dire si c'est de bon augure pour la Conférence de Paris car un accord dans le cadre universel de l'ONU est toujours difficile à obtenir.

A Lima, où s'est tenue en décembre la dernière conférence de l'ONU avant celle de Paris, le début d'un projet d'accord a commencé à se dessiner, mais le chemin reste encore long d'ici Paris.

De cette année 2014 on retiendra que les choses bougent sur le climat ce qui est un gage d'espoir pour les grands enjeux de 2015 dans ce domaine. On retiendra aussi que le monde est bien disparate au plan de l'industrie nucléaire et que si l'avenir lui sourit en Asie et en Russie par exemple il est beaucoup plus morne dans d'autres pays et en particulier en France. Si tout indique que 2015 sera une année largement consacrée au climat on attend toujours de savoir quand une année, en France ou en Europe sera consacrée à l'énergie.

Pour terminer, rappelons à tous ceux qui en douteraient encore qu'il n'y a très probablement pas de protection du climat sans développement du nucléaire, y compris en France.

L'évolution du secteur énergétique

Guy DUCROUX

Le cours mondial du pétrole s'effondre. Culminant à 147$ à l'été 2008, il flirtait avec les 115$ en juin 2014, pour atteindre les 81$ début novembre (baril de Brent) : dévissage qui serait passager selon certains experts. Dans un contexte européen de quête d'unité sur l'énergie et le climat, de négociation sur l'avenir énergétique et de mise à nu des subventions à l'énergie dont le coût total s'élevaient à 113 Mds € en 2012, la France a adopté, mardi 14 octobre 2014, à l'Assemblée nationale, le projet de loi *« sur la transition énergétique pour une croissance verte ».* Malgré un projet de loi relayé depuis plus d'un an par tous les médias où toutes les opinions se sont confrontées, le débat parlementaire a été « bâclé » en quelques jours et finalement peu de français semblent avoir bien compris de quoi il s'agissait. Dans le même temps, un concours de circonstance exceptionnel conduisait au changement quasi simultané de nombreux dirigeants du secteur de l'énergie dont la loi de transition énergétique risque de changer la donne pour ces groupes (Total, Areva, GDF-Suez,…). Un hommage appuyé a été rendu dans toute la presse, à Christophe de Margerie, Président de Total, *« Christophe laisse une empreint très forte à Total, en France et à l'étranger, car il était multiculturel. Son coté très humain fait qu'il parvenait à réunir autour d'une table des gens d'horizon très différents. Total lui doit son rayonnement »* précisait Thierry Pilenko PDG de Technip.

1- Pourquoi le cours du pétrole s'effondre-t-il ?

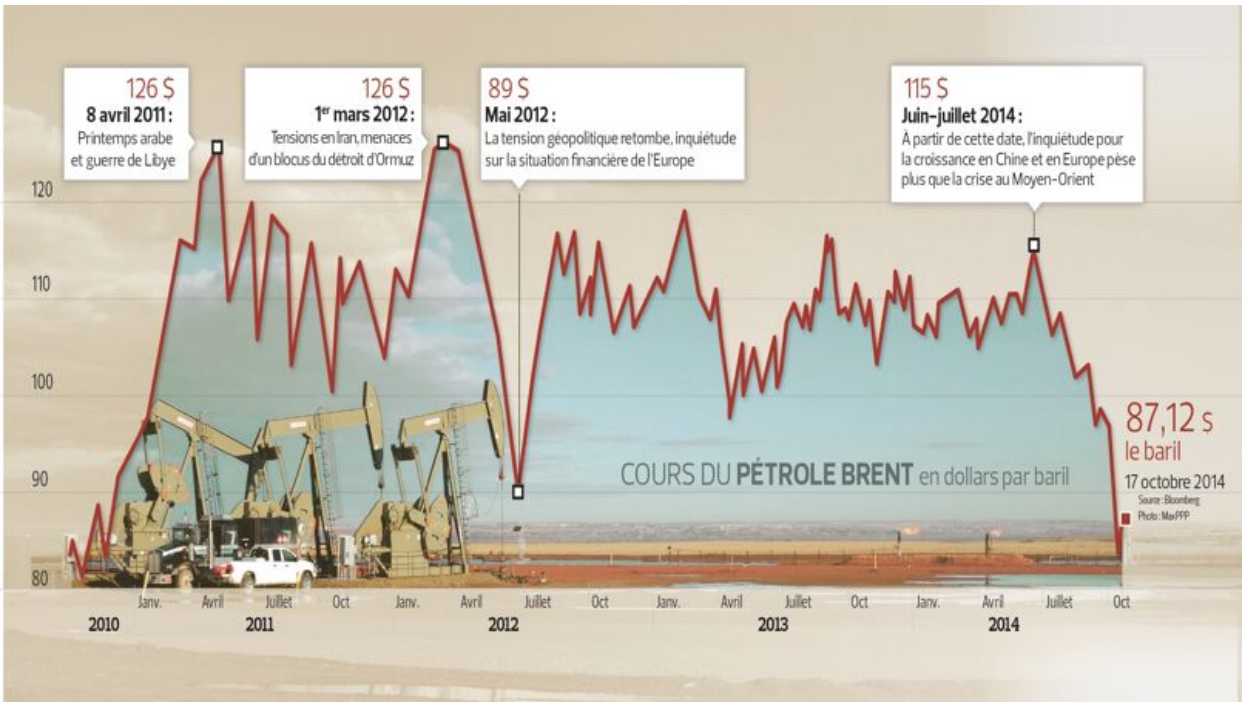
Une consommation mondiale plus faible que prévue, une offre abondante surtout due aux pétroles de schiste américains ajouté au regain du dollar, les situations respectives des membres de l'OPEP, et les « guerres » géopolitiques que se livrent les producteurs laissent penser que la baisse pourrait persister mais pour combien de temps?

- **La consommation mondiale** est de 92 millions de barils/jour et pourrait chuter à 87 millions selon certains experts. L'Europe, 2ème consommateur de pétrole derrière les États-Unis est en déflation, la Russie en stagnation, le Brésil au bord de la récession, l'Inde à bout de souffle, la Chine s'essouffle avec un brutal ralentissement de la production industrielle. L'Agence internationale de l'énergie (AIE) continue de tabler sur une hausse de la demande mondiale de pétrole, mais de mois en mois, elle en revoit le rythme de progression à la baisse.
- **Une offre abondante.** Les États-Unis ont produit, en août, 8,6 millions de barils par jour. Du jamais vu depuis juillet 1986. Le taux de dépendance américain au pétrole importé est tombé de 60 % en 2005 à 30 % aujourd'hui. La Libye, malgré le chaos, a recommencé à pomper plus de 800.000 barils/jour, l'Irak tient sa production, l'OPEP avec un tiers de la production mondiale aurait pu assécher l'offre pour soutenir les cours en ajustant sa production : l'Arabie Saoudite, le régulateur au sein de l'OPEP, n'a pas fait ce choix.
- **Les 12 membres de l'OPEP,** plus divisés que jamais, vivent des situations difficiles et il n'y a jamais eu autant de conflits régionaux en même temps : la poussée chiite au Yémen, la Libye tenue par des milices, l'incertitude en Algérie sur l'après Bouteflika, l'État islamique menaçant l'existence de l'Irak, le Venezuela est au bord de la banqueroute, la corruption flambant au Nigeria.

Les facteurs géopolitiques accentuent certainement l'ampleur de la baisse car les facteurs économiques, à eux seuls, ne justifient pas une baisse de 30% du prix du pétrole depuis juin 2014.

- Vénézuéliens et Algériens réclament une réduction de production pour faire remonter les cours car ils ont besoin d'un baril à 110$ pour équilibrer leur budget, là où 90$ suffisent aux Saoudiens. La Russie a besoin d'un baril à 110$, l'Iran à 130$. Des pays qui sont, ou ont été, dans la ligne de mire des États-Unis, se retrouvent affaiblis.
- L'Arabie Saoudite se livre à une discrète guerre des prix avec les autres producteurs, États-Unis et Russie en tête. Les pétromonarchies du Golfe ont des réserves de change qui leur permettent de tenir de long mois avec un baril à 80$. Les experts estiment que le coût marginal de production saoudien (c'est-à-dire le coût du puits le plus cher à exploiter) est compris entre 25 et 30 dollars contre 75-80 dollars du côté du pétrole de schiste. Une baisse prolongée serait donc le moyen de disqualifier la production américaine.
- Autre hypothèse. A l'inverse, Washington aurait-il convaincu Ryad de ne pas agir et toucher ainsi Moscou au portefeuille en guise de rétorsion de l'implication russe dans la crise ukrainienne ?

Il n'y a aucun doute que les États-Unis pèsent sur le marché mondial.



Source : Bloomberg

Les différences de prix entre le Brent et le WTI, s'explique pour un cours plus élevé du Brent pour des raisons souvent liées aux coûts annexes par exemple le transport du pétrole vers les raffineries. En Septembre 2014, le baril de Brent se négocie aux alentours de 104 dollars US tandis que celui de WTI gravite aux environ de 96 dollars US. Malgré une production limitée, le Brent sert de brut de référence sur les marchés boursiers d'une partie de l'Europe, de l'Afrique et de la Méditerranée. Il détermine indirectement 60% de la production mondiale.

Ce type de pétrole brut, le WTI (West Texas Intermediate) est la meilleure qualité de pétrole, en effet il ne contient en moyenne que 0,24 % de soufre, ce qui en fait une huile facile à raffiner et donc moins polluante Ce pétrole est moins présent dans le commerce international des hydrocarbures et ne fournit quasi exclusivement que le marché américain.

2 - L'Europe : Bruxelles met à nu les subventions à l'énergie

C'est une première : le fonctionnement des marchés de l'énergie ainsi que l'ampleur et l'impact des interventions publiques font débat depuis des années. L'UE (Union Européenne) a lancé une étude sur le sujet pour décortiquer les différentes subventions directes ou indirectes, historiques ou externes aux différentes sources d'énergie en Europe. Un premier rapport intermédiaire présente une première série sur les coûts de l'énergie et les subventions pour l'UE 28, toutes technologies de production d'électricité confondues.

Le Vice-président Günther H. Oettinger, chargé de l'énergie, a déclaré : «Avec le précédent rapport de la Commission sur les facteurs déterminant les prix de l'énergie, nous disposons à présent d'un ensemble de données sur les subventions et les coûts dans le domaine de l'énergie plus étayé et complet que jamais. Nous sommes ainsi mieux informés de l'ampleur des subventions publiques au cours des dernières années et des coûts de la production d'électricité pour chacune des technologies mises en œuvre… ».

Le rapport intermédiaire peut être consulté (en anglais) à l'adresse suivante :
http://ec.europa.eu/energy/gas_electricity/index_fr.htm

Sans intervention, quel est le coût des différentes sources d'énergie ?

Par MWh d'énergie produite, l'hydroélectricité avoisine les 140 €, suivi par la biomasse et l'éolien offshore 125€, puis le solaire juste au-dessus de 100€, supérieure au nucléaire et au gaz à 100€. L'éolien terrestre est à 75€ alors que le charbon est juste en dessous et la géothermie s'établit à environ 60 €.

Source : Le Parisien du 30-10-2014 Le site de stockage de gaz de Bilche-Volytsko-Uherske, près de Lviv, dans l'ouest de l'Ukraine. | *Alexander Zobin / AFP*

Ces résultats sont issus d'un rapport intermédiaire, le meilleur est à venir selon la commission.

Kiev, Moscou et l'UE ont trouvé un accord sur les livraisons de gaz pour cet hiver

L'Ukraine, la Russie et l'Union européenne ont signé le 30 octobre à Bruxelles un accord garantissant les livraisons de gaz russe à l'Ukraine durant l'hiver, après quatre mois d'interruption due aux tensions politiques entre Kiev et Moscou.

Cet accord court jusqu'en mars 2015, a précisé une porte-parole de la Commission européenne. L'accord prévoit aussi un prix de 378 dollars (environ 300 euros) le millier de mètres cubes de gaz russe jusque fin 2014 puis 365 dollars (près de 290 euros) au cours du premier trimestre 2015.

Le paiement s'effectuera à l'avance pour chaque mois suivant. Kiev voulait absolument la garantie que ce prix ne changerait pas pendant la durée du contrat. L'Ukraine, qui aurait besoin au total de quatre milliards de m^3, a obtenu cette assurance. Le premier ministre ukrainien, Arseni Iatseniouk, a pour sa part déclaré que l'UE avait accepté de se porter garante du respect de l'accord par la Russie, notamment en ce qui concerne les tarifs.

Le règlement de la dette de 3,1 milliards de dollars se fera en deux tranches, une première immédiatement et l'autre à la fin de l'année, selon une source européenne.

L'Europe négocie son avenir énergétique

Les dirigeants des 28 États membres sont tombés d'accord à l'unanimité, le 23 octobre 2014, sur un plan Énergie-Climat d'ici à 2030 qui s'articule autour de trois objectifs :

a) **Réduire les émissions de gaz à effet de serre de 40% d'ici à 2030 par rapport aux niveaux de 1990**

b) **Elever la part des énergies renouvelables à 27% du mix énergétique** de chaque Etat membre

c) **Réduire la consommation d'énergie dans l'Union de l'ordre de 30%** (efficacité énergétique)

L'accélération voulue par les pays les plus motivés comme la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni ne va pas de soi chez d'autres. La Pologne qui produit 90% de son électricité à partir de centrales à charbon, la République Tchèque mais également la Hongrie, la Roumanie, la Bulgarie ont demandé à leurs partenaires une aide technique et financière pour les accompagner dans leur transition énergétique, laquelle aurait été obtenue après un marchandage tard dans la soirée !

L'industrie accueille assez favorablement l'objectif de réduction de 40% des émissions de gaz à effet de serre, tout comme l'UFE (Union Française de l'Electricité). Les ONG jugent évidemment l'accord décevant et pas à la hauteur des enjeux tout comme les ENR déçus par l'objectif de 27% d'ENR dans la consommation finale d'énergie inférieur à celui décidé par la France soit 30%.

Ceux qui désirent en savoir plus, notamment sur le système d'échange de quotas d'émission, peuvent se rendre sur le site du Conseil Européen ci-après,

http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/fr/ec/145364.pdf

3- La transition énergétique

Malgré le « battage médiatique » effectué depuis de nombreux mois par les média sur le sujet, chaque corporation et chaque parti politique bataillant pour la défense de leurs intérêts, la transition énergétique est largement méconnue ou incomprise du grand public selon le médiateur national de l'énergie qui a publié le 3 octobre les premiers résultats de son Baromètre annuel Energie-info. Seuls 18% des ménages interrogés savent réellement de quoi il s'agit et 22% en ont entendu parler mais sans avoir bien compris de quoi il s'agissait.

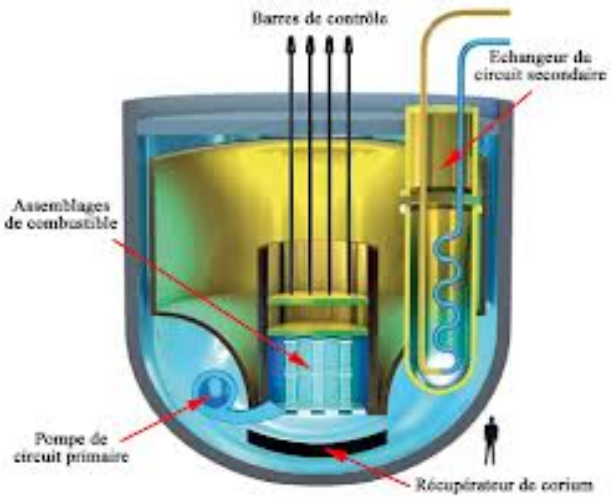
Par ailleurs, si l'esprit cartésien de l'Ingénieur, que l'on retrouve à la tête des grandes entreprises énergétiques (Areva, EDF, GDF-Suez, TOTAL …) est une nécessité pour la réussite de grands projets, il s'inscrit difficilement dans le jeu politique où les accords issus de longues négociations, tractations, conduisent forcément à des compromis dans une vision trop souvent à court terme. Les contraintes de nos gouvernants, quelques qu'ils soient, sont, entre autres, d'ordre économique, mais également politique, social, environnemental…d'où l'importance de décrypter pour le commun des mortels quelques éléments de cette loi sur la « transition énergétique ».

LES OBJECTIFS DE CONSOMMATION ET DE PRODUCTION D'ENERGIE

- Part du nucléaire dans la consommation finale d'électricité de 50% à horizon 2025 (contre 75% aujourd'hui)

Ségolène Royal, pragmatique, n'a pas souhaité mentionner dans la loi le nom de la centrale de Fessenheim pour une fermeture éventuelle et pour cause. En effet, après le démarrage du réacteur EPR de Flamanville prévu en 2017, la loi prévoit de plafonner la capacité du parc nucléaire à 63,2 gigawatts, soit la puissance actuelle : il faudrait donc arrêter un ou plusieurs réacteurs représentant l'équivalent en capacité (1600 MW) de ce nouveau réacteur EPR. Cependant, une loi précise que seule l'ASN – Autorité de Sureté Nucléaire – Agence de surcroît indépendante, est habilitée, sur des bases techniques, à demander la fermeture d'un réacteur nucléaire.

Ramener la part du nucléaire à 50 % de la production électrique est-il compatible avec le fait que RTE, en charge du Réseau de transport d'électricité, avertit d'un risque de déficit de 900 MW qui pourrait surgir dès l'hiver 2015-2016, avant la brutale aggravation de 2016-2017. Le gouvernement ne prendra certainement pas le risque d'être confronté à une telle situation. Le choix de Madame Royal est donc un vœu pieu destiné à calmer nos amis écologistes. Elle a pris également soin de refuser l'amendement qui consistait à limiter la durée de vie des centrales car tous les experts techniques s'accordent à dire que les réacteurs nucléaires peuvent avoir une durée de vie de 40, voire 50 ans. L'ASN aura de toute façon à se prononcer après toute visite décennale de réacteur nucléaire. Notre ministre est, par ailleurs, en faveur d'Astrid, projet de réacteur rapide, type Superphénix, dit de génération IV.



La cuve du projet de réacteur ASTRID

Cœur du prototype de RNR-Na, ASTRID © CEA

- **Réduction de la consommation énergétique primaire d'énergies fossiles de 30% en 2030 par rapport à 2012.**

Le texte prévoit une diversification du mix énergétique français et l'élaboration d'une stratégie bas carbone. La rénovation des bâtiments est l'un des points les plus importants du projet. Il prévoit la rénovation énergétiquement de 500 000 logements par an à compter de 2017, dont au moins la moitié est occupée par des ménages modestes. En outre, l'ensemble du parc immobilier devra être rénové aux normes BBC « bâtiment basse consommation » d'ici à 2050.

D'aucuns serait contre une réduction de sa consommation énergétique. Mais la situation budgétaire actuelle de la France fait dire à plusieurs associations que seul 20% de la loi seront réalisés en 2030. Des incitations fiscales sans doute, quelles qu'elles soient, seront nécessaires pour atteindre ces objectifs ambitieux qui ne se réaliseront qu'à plus long terme.

- Part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie de 23% en 2020 et de 32% en 2030 (contre 13,7% en 2012).

Compte tenu de l'engagement de la France au niveau européen - paquet Énergie-Climat 2015 -, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie n'est que de 27% d'ici 2030. Le ministère de l'Écologie précise que le soutien public aux filières renouvelables est en effet nécessaire pour les accompagner vers la maturité technologique et économique afin qu'elles deviennent compétitives. La part d'électricité produite par chaque source d'énergie sera fixée par une programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) mais la part produite par les énergies renouvelables doit s'accroître. Pour cela, une enveloppe de 400 millions d'euros sera mise en place pour **doubler en 2017 le «fonds chaleur»**, qui soutient la production issue de sources renouvelables (bois, biomasse, déchets, recyclage...). À cela s'ajoute une enveloppe de 100 millions d'euros pour financer 1500 projets de méthanisation. D'ici 2017, il faudra identifier de nouvelles zones pour développer l'éolien off-shore.

Sachant que les 40 éoliennes off-shore de 8 MW qu'Areva doit installer en Manche ne seront opérationnelles en France qu'en 2021, il parait difficile d'atteindre les 23% de part d'énergie renouvelable d'autant que les subventions significatives des récents contrats devraient disparaître selon le ministère de l'écologie.

- **Réduction des émissions de gaz à effet de serre de 40% en 2030 (par rapport à 1990) et de 75% en 2050. Le projet de loi prévoit aussi des "budgets carbone" pour trois périodes de 5 ans, fixant des plafonds d'émissions à ne pas dépasser.**

Tous les secteurs de la transition énergétique devraient contribuer à la réduction des émissions de gaz à effets de serre, que ce soit le domaine de l'habitat, du transport qui représentent respectivement 32% et 30% de la consommation d'énergie en 2013, mais aussi de l'industrie, du tertiaire, soit 21% et 14%. Il parait donc urgent d'agir dans les deux premiers secteurs qui, à eux seuls, font plus de 60% de la consommation d'énergie.

Il faut être lucide, **« le nucléaire** est l'une des rares options disponibles à grande échelle qui permette de **réduire les émissions de dioxyde de carbone** tout en fournissant ou en remplaçant d'autres formes de production de base. On estime que depuis 1971, il a **évité le rejet de 56 gigatonnes de CO2**, soit près de deux ans d'émissions mondiales totales aux taux actuels. En 2040, le nucléaire permet d'éviter près de 50 % des émissions annuelles en Corée du Sud, 12% de celles prévues au Japon, 10% aux États-Unis, 9% en Union européenne et 8% en Chine. 200 réacteurs seront mis à l'arrêt d'ici à 2040, principalement en Europe, aux États-Unis, en Russie et au Japon. Les difficultés à compenser le déficit de production consécutif sont particulièrement aigües en Europe » (World Energy Outlook 2014 AIE- Agence Internationale de l'Energie).

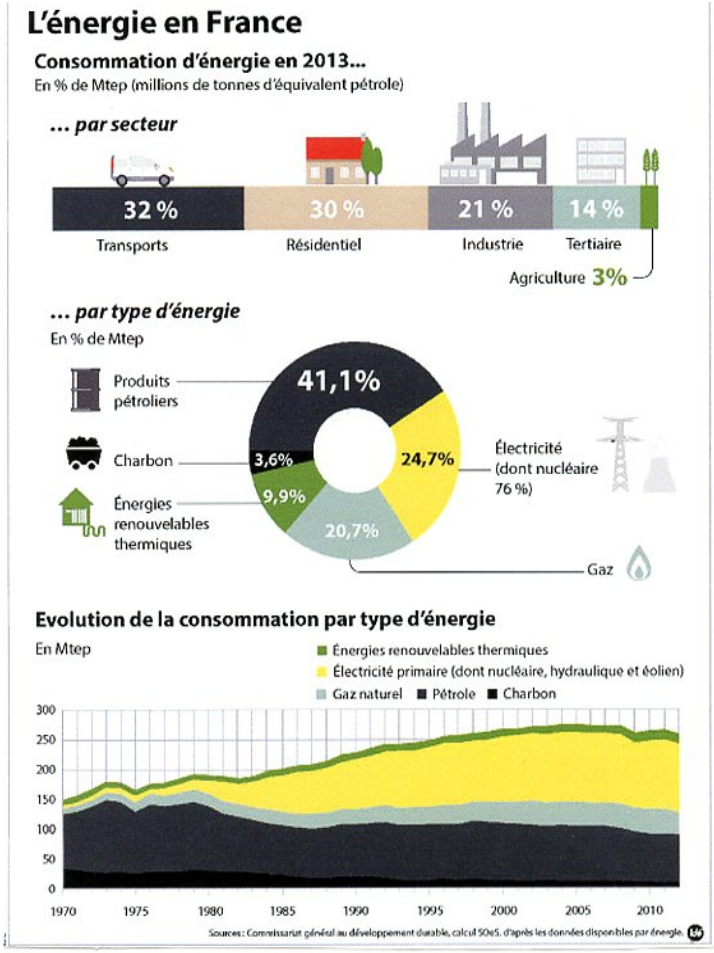
Selon Jean Jouzel, climatologue et vice-président du groupe scientifique du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), « ***il y a très peu de scénarios qui réussissent à garder la montée de la température des océans sous la barre des 2°C d'ici 2100 sans nucléaire*** ».

On constate que cette loi, bien que nécessaire pour faire évoluer les comportements eu égard à la consommation énergétique :

Manque de cohérence : ramener la part du nucléaire à 50 % de la production électrique est-il compatible avec le fait que RTE en charge du Réseau de transport d'électricité avertit d'un risque de déficit de 900 MW qui pourrait surgir dès l'hiver 2015-2016, avant la brutale aggravation de 2016-2017.

Manque de clarté : l'abandon du dispositif de l'écotaxe, en plein examen du projet de loi, brouille la compréhension de la démarche de l'État.

Manque d'Exhaustivité : le gouvernement ne s'est pas attaqué à la question des transports, pourtant centrale dans le déploiement de solutions permettant d'atteindre l'objectif du facteur 4 d'ici 2050. Le domaine des transports représentait, en 2011, 32 % de l'énergie finale consommée et 27 % des émissions de gaz à effet de serre (GES), soit le premier secteur émetteur en France. L'accent a été mis essentiellement sur le véhicule électrique.



Source : Commissariat général au développement durable

En conclusion, Ségolène Royal a annoncé la mobilisation de 10 milliards d'euros sur trois ans pour enclencher le processus de transition. Ces moyens, essentiellement dispensés sous la forme de crédits d'impôts, de prêts et de bonus fiscaux, sont très loin, selon de nombreuses associations, de correspondre aux estimations avancées lors du grand débat sur la transition énergétique. Les experts, selon les scénarios, avaient évalué entre 10 et 30 milliards d'euros l'effort financier supplémentaire annuel à réaliser.

4- Les prix du gaz, de l'électricité

Au 1er décembre 2014, les tarifs réglementés de vente de gaz hors taxes de GDF SUEZ diminuent de 0,79 % en moyenne par rapport au barème en vigueur en novembre 2014. La baisse est de 0,3 % pour ceux qui n'utilisent le gaz que pour la cuisson, de 0,5 % pour ceux qui en font un double usage cuisson et eau chaude et de 0,8 % pour les foyers qui se chauffent au gaz.

Cette évolution résulte de la baisse des coûts d'approvisionnement du fournisseur tels qu'estimés par la formule tarifaire inscrite à l'article 2 de l'arrêté du 30 juin 2014 relatif aux tarifs réglementés de vente de gaz naturel de GDF SUEZ.

Depuis le 1er janvier 2014, les tarifs ont diminué en moyenne de 2,1 %.

En ce qui concerne les prix de l'électricité, Ségolène Royal a « effacé la hausse de 5%» prévue en août 2014 et demande la réforme du mode de calcul des tarifs de l'électricité. Concrètement, un nouveau décret sera transmis au Conseil d'État, l'avis de la CRE (Commission de Régulation de l'Énergie) permettra de faire un bilan.

La CRE a également été saisie des modalités de calcul du prix de l'l'Arenh (Accès régulé à l'électricité nucléaire historique). Ce dispositif permet aux concurrents d'EDF d'acheter des volumes d'électricité nucléaire à un prix régulé. Il est actuellement de 42 € par MWh mais pourrait augmenter à 44 € en 2015 puis de 46 en 2016 selon la CRE.

Biomasse
Après l'âge du feu … l'ère de la séquestration du carbone?

Jean-Luc SALANAVE

La biomasse est-elle une énergie renouvelable ? Est-elle neutre sur le bilan CO2 de l'atmosphère terrestre ? Et … au-delà de la production d'énergie, n'aurait-elle pas un jour un autre rôle majeur à jouer ?

Depuis que l'homme des cavernes, en maîtrisant le feu, a fait de la biomasse la première énergie domestiquée (après l'énergie musculaire humaine et animale bien sûr), homo sapiens a porté à une petite dizaine le nombre des énergies primaires au service de l'humanité. La fusion thermonucléaire de l'hydrogène, dernière en date dans l'histoire de cette « transition énergétique », ne figurera d'ailleurs enfin sur la liste qu'une fois pleinement domestiquée dans quelques décennies.

Parmi cette dizaine d'énergies primaires, certaines sont dites énergies renouvelables (ENR) : le vent (voiles, moulins à vent, éoliennes), l'hydraulique (moulins à eau, barrages, marées, hydroliennes, vagues), la géothermie, le solaire (thermique, photovoltaïque) et …la biomasse, du moins le dit-on.

D'autres sont dites non-renouvelables : le charbon, le pétrole, le gaz naturel, l'uranium. Leurs réserves s'épuisent inexorablement, même si nos petits-enfants devraient bénéficier de quelques sursis : le gaz en effet voit son épuisement retardé par l'exploitation des gaz de schistes ; le nucléaire de fission deviendra quasi-inépuisable à la mise en service des réacteurs à neutrons rapides (dits de génération 4) qui feront du nucléaire un champion de l'économie « circulaire » grâce au recyclage du combustible usé[1]; quant au nucléaire de fusion, il ne sera pas plus épuisable que l'énergie du soleil et des étoiles.

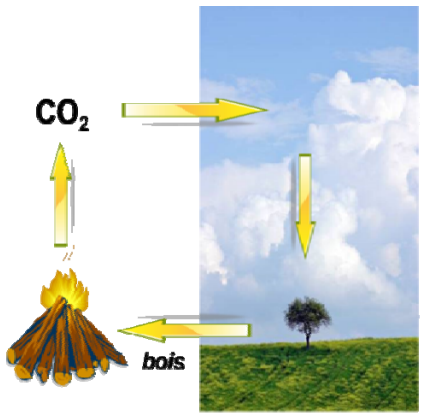
Il convient aussi de rappeler que la « renouvelabilité » n'est pas le seul critère de comparaison des énergies. La pollution atmosphérique en est un autre et pas des moindres. Pour ne citer que le CO2, certaines énergies en émettent peu et ont donc un faible impact sur le réchauffement climatique (ce sont : géothermie, nucléaire, hydraulique, éolien, photovoltaïque aussi, dans une moindre mesure du fait de la forte consommation énergétique nécessaire à la fabrication des cellules solaires) ; tandis que les combustibles (qu'ils soient « fossiles » : gaz naturel, pétrole, charbon et lignite ; ou « non-fossiles » : biomasse) émettent du CO2 et sont responsables du niveau jamais atteint de 400 parties par million (ppm CO2) dans l'atmosphère de notre planète bleue (nous allons préciser le cas de la biomasse).

Des spécificités d'usages et des critères économiques peuvent aussi différencier les énergies. Dans l'état actuel des techniques, les unes sont plutôt réservées au chauffage (géothermie, biomasse, gaz) et au transport (pétrole), d'autres sont mieux adaptées à la production d'électricité (hydraulique, nucléaire, gaz, charbon, bientôt rejointes par l'éolien qui pourrait devenir un jour compétitif, et peut-être demain par le solaire photovoltaïque encore aujourd'hui hors de prix). Éolien et solaire souffrent cependant d'un gros défaut congénital : leur

[1] Grâce au nucléaire de fission de génération 4, le combustible nucléaire sera recyclable à 95% (contre environ 25% aujourd'hui) et ses ressources suffisantes pour plusieurs milliers d'années. Pas tout à fait renouvelable mais ...recyclabilité unique parmi les combustibles !

intermittence[2], incompatible avec la demande des consommateurs et responsable de coûts induits qui pourraient finir par disqualifier ces deux ENR, du moins pour la production massive d'électricité (sauf à pouvoir la stocker un jour, mais là encore à grand prix, au risque de continuer à éloigner un peu plus éolien et photovoltaïque du club des énergies équitables et bon marché, et de les cantonner au rang de simples modes pour pays riches). Parfaitement adaptés en revanche à de nombreuses niches, notamment pour la production de petites puissances électriques isolées (refuge de haute montagne, phare sur un îlot, zone désertique), photovoltaïque et éolien peinent encore à faire leurs preuves comme moyens viables de production massive d'électricité à l'échelle d'un pays.

Qu'est-ce que la biomasse ? Si le terme au sens large recouvre la masse totale des êtres vivants de notre biosphère, nous nous limitons ici au seul domaine de la **biomasse énergie, définie comme l'ensemble des produits organiques d'origine biologique, mais non fossiles, pouvant être utilisés comme sources de chaleur, de carburants (solides, liquides ou gazeux) ou d'électricité**.



Un cycle combustible chimique (et photochimique)

Cette biomasse est-elle une source d'énergie **renouvelable** ? Réponse **oui, à la condition** qu'on replante (et fasse pousser) l'arbre ou le végétal que l'on a brûlé ou transformé en bio-carburant. Renouvelable, soit, mais la biomasse **est-elle renouvelée** ? Pas toujours, pas dans les zones en cours de désertification naturelle, ni dans celles en cours de déforestation. Mais tant que l'humanité veillera à ce que la planète ne devienne pas un immense désert sous l'effet de la pollution, du climat ou de l'action de l'homme, la biomasse **pourrait** demeurer une source d'énergie renouvelable.

Pourrait ? Se pose en effet la question de la répartition des terres agricoles. Au niveau mondial l'alerte est déjà donnée sur les **bio-carburants actuels, dits de 1ère génération**, de type bio-éthanols et bio-esters, issus de la **biomasse vivrière (oléagineuse, sucrière ou céréalière)**. Ils sont en concurrence directe avec les cultures destinées à nourrir une planète de bientôt 10 milliards de bouches : **« manger ou conduire, il faudra choisir » ?!** Avant que ces bio-carburants ne deviennent une énergie « non-renouvelable » faute de terres vivrières disponibles, une solution se prépare dan plusieurs pays, dans les laboratoires et déjà dans quelques projets (comme par exemple la plate-forme SYNDIESE[3]), pour donner naissance aux gaz de synthèse et **bio-carburants de 2ème génération**, par des procédés innovants (bien que leurs principes soient connus de longue date) utilisant directement la **biomasse ligno-cellulosique du bois et de son industrie, mais aussi celle des résidus et déchets** de cultures vivrières (tels que la paille ou les tourteaux de colza, de betteraves ou de cannes à sucre).

2 Intermittence : taux de fonctionnement en France de 24% pour l'éolien et 13% pour le photovoltaïque (source RTE 2013).

3 SYNDIESE inauguré le 6 octobre 2014 à Bure-Saudron (Haute-Marne) par le Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives.

On retiendra donc de ce qui précède que la **biomasse est globalement renouvelable**, et qu'il ne tiendra qu'à l'humanité de faire en sorte qu'elle le demeure.

Mais **renouvelable rime-t-il avec « neutre en CO2 » ?** En effet, toutes les formes de la biomasse génèrent du CO2, que ce soit par la combustion du bois de feu, des biocarburants, ou des biogaz tel le méthane.

La grande question : **la biomasse énergie dégrade-elle le bilan CO2** de l'atmosphère terrestre ? En d'autres termes, **génère-t-elle plus de CO2 qu'elle n'en évite** ? La réponse est globalement **non, à trois conditions** : **(i)** que le **renouvellement** de la biomasse (la repousse) soit assuré pour réabsorber le CO2 émis lors de la phase de production d'énergie, **(ii)** que les **rendements** des opérations et procédés de transformation de la biomasse en énergie soient élevés et n'occasionnent pas des émissions de CO2 contre-productives (exemple : les moyens de collecte et de transport du bois et des déchets végétaux constituent dans plusieurs projets un coût élevé en CO2), **(iii)** et enfin à condition que les combustibles et carburants issus de la biomasse **se substituent à des combustibles fossiles et non pas à des énergies dé-carbonées telles que le nucléaire ou l'hydraulique** (la substituer à l'éolien ou au photovoltaïque ne semble pas à l'ordre du jour ![4]). Cette troisième condition est nécessaire pour que le bilan CO2 global de la biomasse énergie soit neutre. Au-delà, ce n'est que si l'on substitue aux combustibles fossiles de la « biomasse fatale » (celle destinée autrement à décomposition naturelle ou compostage, tous deux producteurs de gaz à effet de serre) qu'on peut imaginer aller plus loin que la simple neutralité pour alors réduire l'émission globale de CO2. Pour le bilan CO2 de la France par exemple, mieux vaudrait brûler notre bois qu'importer annuellement pour 60 milliards d'euros d'hydrocarbures, sans parler de l'amélioration de notre déficit commercial et des emplois et activités qui pourraient être générés par le développement de la biomasse énergie.

Nous proposons donc de qualifier **la biomasse d'énergie renouvelable et peu émettrice de CO2 … à condition d'être bien gérée, et avec une planification globale des énergies substituées**. C'est la raison pour laquelle, alors que certains pensent à tort que renouvelable rime d'abord avec éolien et photovoltaïque, **la biomasse tient depuis longtemps la première place des ENR**, et de loin. En France par exemple, **sur 24,8 millions de tonnes d'équivalent pétrole (Mtep) de production d'énergie primaire renouvelable en 2013, la biomasse énergie est largement en tête et en représente 65%, soit 2,6 fois plus que l'hydraulique, 11 fois plus que l'éolien et 32 fois plus que le solaire photovoltaïque[5]. Étonnant, non ?**

La biomasse doit elle se contenter de tous ces bons résultats ? Son énorme potentiel énergétique dépasse largement les besoins mondiaux en énergie primaire[6] mais seule une petite proportion est mobilisable pour produire de l'énergie, la plus grosse partie de la biomasse exploitée servant à l'alimentation de l'humanité. Selon l'Agence Internationale de l'Énergie, le prélèvement de biomasse énergie pourrait être accru, mais seulement de façon limitée afin de ne pas risquer d'accroître la déforestation et l'érosion des sols. Et pourtant …

---

4 Malgré leurs coûts de production électrique plus élevés que le nucléaire, personne ne songerait à substituer de la biomasse au photovoltaïque ni à l'éolien (sauf pour pallier leur intermittence), car, bien que relativement dé-carbonées elles aussi, ces énergies bénéficient dans beaucoup de pays d'obligations d'achat subventionnées qui en font des rentes pour leurs producteurs.

5 Source : Commissariat Général au Développement Durable, http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publications/p/2101/969/bilan-energetique-france-2013.html, page 48

6 Lire sur le site UARGA http://www.uarga.org/energie/Biomasse.php

« Les forêts du monde suscitent aujourd'hui un intérêt sans précédent, en particulier du fait de la prise de conscience croissante de leur rôle dans le cycle mondial du carbone», peut-on lire dans le rapport FAO 2010 des Nations Unies sur les ressources forestières mondiales 2010[7].Après les lignes qui précèdent consacrées à la « biomasse énergie », je me permets d'ouvrir ci-dessous la discussion sur ma vision d'**une autre biomasse, encore trop absente des débats sur l'énergie et le climat, à savoir la « biomasse séquestration ».** La teneur en CO2 de notre atmosphère terrestre est passée, comme chacun sait, de **280ppm en 1950 à 400ppm** franchis cette année, du jamais vu sur la planète Terre depuis au moins 1 million d'années ! La cause : **un excédent cumulé d'origine anthropique de 225 milliards de tonnes de carbone** (825 milliards de tonnes de CO2)[8]. Selon le rapport FAO 2010 **les forêts mondiales en renferment trois fois plus, 650[9] milliards de tonnes de carbone**, sur une superficie de 4 milliards d'hectares (0,6 hectares par habitant). Pour « remonter le temps » et revenir aux 280ppm d'avant l'ère industrielle par ré-absorption du carbone atmosphérique en excès, il faudrait augmenter d'un tiers la surface boisée mondiale (soit 0,2 hectares à planter par habitant). Impensable, même si la planète a déjà été bien plus boisée, trois fois plus qu'aujourd'hui, avant les grandes déforestations !

Plus modestement, pourrait-on simplement rêver d'arrêter le compteur de CO2 à sa valeur actuelle de 400ppm ? En 2013, les terriens ont rejeté 10 milliards de tonnes de carbone (GtC) dans l'atmosphère (contenus dans 36 milliards de tonnes de CO2) dont une moitié réabsorbée par la terre et les océans et l'autre moitié accumulée dans l'atmosphère, soit 5 GtC qui resteraient à séquestrer pour atteindre un bilan atmosphérique neutre, ou encore l'équivalent de 0,7% des 650 GtC de la forêt mondiale. En moyenne par habitant, cela représenterait annuellement 40 m^2 à reboiser, ou 2 à 3 arbres à planter[10]. Certes il faut bien 40 ans, parfois plus suivant les essences, pour qu'une nouvelle forêt devienne un puits de carbone adulte, mais tout de même, que **l'excès annuel de pollution carbone anthropique dans l'atmosphère terrestre ne représente que de l'ordre de 1% de la quantité de carbone stockée dans la forêt mondiale**, le chiffre a de quoi interpeller et suggère … les idées qui suivent. D'autant plus qu'historiquement la couverture forestière des terres émergées est passée de plus de 80% à l'époque des Gaulois à 31% aujourd'hui. Donc remonter de 1% parait «atteignable», et même de plusieurs % si on voulait que l'effet de stabilisation du CO2 atmosphérique n'attende pas les 40 ans nécessaires à la maturation des nouvelles forêts. Cet effort mondial de reforestation devrait veiller à ne pas empiéter sur les surfaces cultivées vivrières (à la rigueur pourrait-on remplacer celles destinées aujourd'hui aux biocarburants). Mais la place existe, les zones non cultivables à reboiser sont nombreuses, que ce soient les zones escarpées ou de montagnes, les ravines, les garrigues ; sans parler des « arbres hors forêts », en bosquets, ou le long des cultures, des routes et des chemins : selon la FAO « les services écosystémiques qu'ils [les arbres hors forêts] fournissent au niveau mondial sur le plan du piégeage du carbone et de la conservation de la biodiversité sont également considérables ».

7 Source : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO) : Évaluation des ressources forestières mondiales 2010

8 Source Organisation Météorologique Mondiale, http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/14/hl-compact.htm

9 650 milliards de tonnes dont 44% dans la biomasse, 11% dans le bois mort et la litière forestière, et 45% dans le sol (selon la FAO)

10 A raison de 500 tiges par hectare dans une forêt moyenne

Évidemment, pour que la compensation fonctionne, **ces reboisements devraient être entièrement dédiés à la séquestration du carbone, et non pas à la biomasse énergie**. D'ailleurs, séquestration ne signifie pas forcément bois sur pied et forêts passives. **Le bois d'œuvre constitue lui aussi un puissant puits de carbone,** le séquestrant pour quelques décennies, quelques siècles parfois, comme en témoignent les charpentes de nos cathédrales qui stockent encore du carbone datant du Moyen-Âge. Certes, compenser les 5 milliards de tonnes précités d'excédent atmosphérique annuel de carbone par le seul puits du bois d'œuvre nécessiterait la construction annuelle de 125 millions de maisons bois dans le monde[11]. Ça fait beaucoup ! Même pour 7,3 milliards d'habitants, il faudrait construire chaque année 1 maison bois pour 60 habitants ! Mais on voit bien que la construction bois peut jouer un rôle non négligeable, complémentaire au stock de carbone des arbres sur pieds.

Nul doute que la lutte contre le réchauffement climatique ne pourra se contenter d'une seule solution et devra faire appel à tous les remèdes. Nul doute aussi que la séquestration du carbone dans la biomasse de notre biosphère devrait y tenir une large place. Malgré le cri d'alarme de plus en plus pressant lancé par le GIEC, le monde semble pour l'instant impuissant à enrayer la montée du CO2 atmosphérique et la tâche parait démesurée. Mais sans aller jusqu'à vouloir stabiliser les 400ppm de CO2 de l'atmosphère, **ralentir la vitesse de montée**, ne serait-ce que de moitié, serait inestimable ! Cela nous **donnerait le temps** de mettre en œuvre toute la panoplie de mesures que nous ne cessons de reporter, comme les **économies d'énergie, l'abandon des énergies fossiles, la séquestration du CO2 à la source, la voiture à électricité dé-carbonée ou à hydrogène, la mise en service du nucléaire de 4ème génération, la fusion thermonucléaire de l'hydrogène** vers la fin du siècle, voire la séquestration du carbone à très très long terme en facilitant sa sortie de la biosphère pour le laisser reconstituer des réserves de charbon et de pétrole dans quelques … millions d'années.

La France possède des atouts pour montrer l'exemple : notre forêt gauloise de 40 millions d'hectares n'occupe plus aujourd'hui que 16 millions d'hectares et, signe optimiste, recommence timidement à croître. **La biomasse sur pied et le bois d'œuvre pourraient y devenir les puits de carbone d'un grand programme national**, tout en créant des emplois … on ne peut plus « verts ». Bien sûr, un reboisement mondial massif peut paraître un doux rêve utopique. Mais ne nous privons pas de rêver. On peut parier que « s'il y avait le feu » à la planète Terre au point de la rendre invivable pour cause de réchauffement climatique, on trouverait nombre de volontaires pour **remplacer le béton par du bois** dans les constructions[12] et pour … **planter des arbres**, et ceci bien avant d'envisager la colonisation de la planète Mars ! I have a dream : **après l'Age du Feu et … à l'heure de la «transition énergétique et de la croissance verte» … pourquoi pas l'Ère du Reboisement ?**

11 A raison de 40 tonnes de carbone par maison « tout bois » de type nordique (ossature, murs, planchers, parquets, isolation fibre bois et meubles - estimation du rédacteur)

12 Selon l'OMM, la production mondiale de ciment est responsable de plus de 5% des émissions de CO2. NDR : remplacer le béton par du bois dans la construction a donc 2 effets vertueux : la séquestration de carbone et la réduction de la pollution CO2 causée par le ciment.

Géothermique

Compte rendu de visite du centre type de Chevilly- Larue

Pierre Miquel

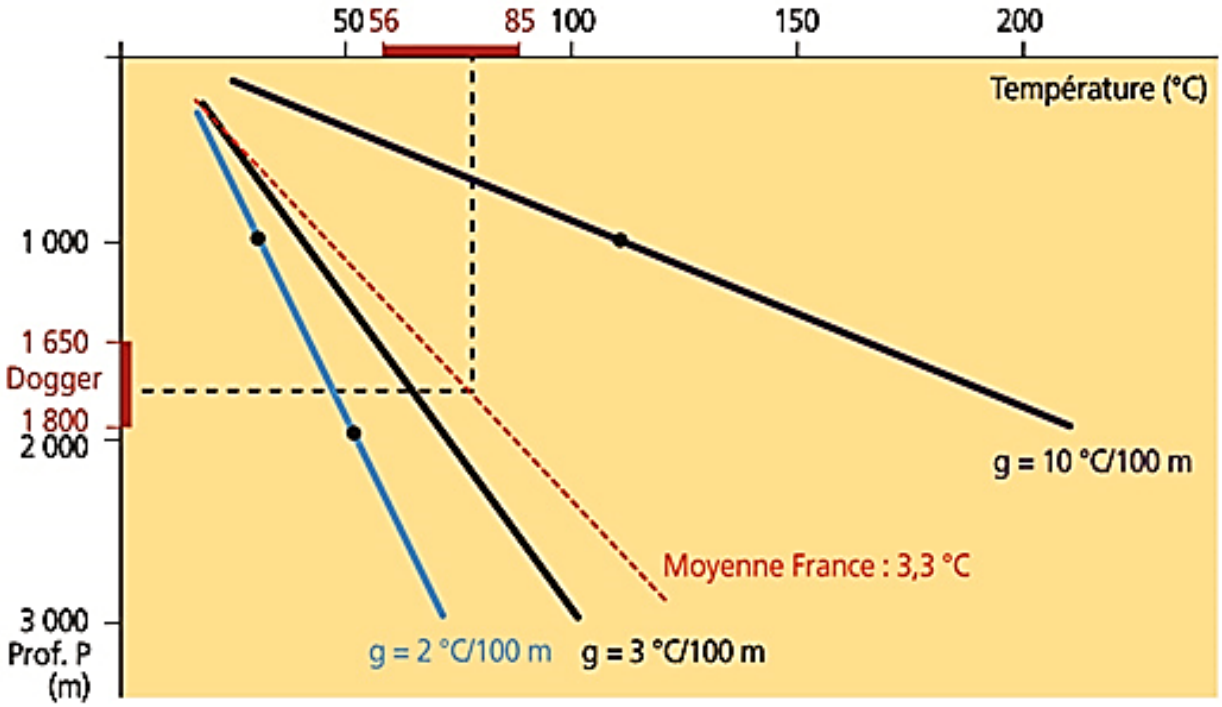
Le centre de Chevilly- Larue (région parisienne) situé rue du Lt Alain le Coz occupe environ 5.000m².

Le groupe de visiteurs a été reçu par un cadre technique de la SEMHACH, Société Publique Locale pour la gestion et l'exploitation du plus grand réseau géothermique européen. Celui-ci alimente en chauffage et eau chaude sanitaire des équipements publics et de santé, logements sociaux, copropriétés et entreprises sur les communes de Chevilly-Larue, l'Haÿ-les-Roses et Villejuif, pour un total actuel de 27500 équivalent-logements.

La SEMHACH, service public local de distribution d'énergie propre, ne dépend d'aucun groupe financier ou industriel. Elle est un outil des collectivités territoriales au service des utilisateurs, qui emploie 15 personnes permanentes pour l'exploitation.

Quelques rappels et généralités *(cf. Site uarga.org –géothermie)*

La géothermie est la science qui étudie les phénomènes thermiques internes du globe terrestre. C'est aussi l'ensemble des applications techniques qui permettent d'exploiter la source d'énergie géothermique contenue dans les sols pour la transformer en électricité ou en chaleur. Selon les régions, l'augmentation de la température avec la profondeur est plus ou moins élevée. En France le gradient géothermal moyen est de 3,3°C tous les 100 mètres, mais de 10° C sur certains sites, en Alsace par exemple.



L'essentiel de la chaleur de la Terre provient de la radioactivité naturelle des roches constituant le manteau et contenant de l'uranium, du thorium et du potassium. La structure interne de la terre comprend :

- Le noyau, composé de fer et de nickel avec un rayon d'environ 3500 kilomètres et une température d'environ 4200°C.

- Le manteau riche en silicates de fer et de magnésium avec une épaisseur d'environ 3000 kilomètres et une température de 1000 à 3000°C.

- L'écorce ou **croute** (ou lithosphère) est l'enveloppe moins dense, solide et cassante dont l'épaisseur varie de quelques kilomètres au niveau des dorsales et des rifts à 20 km sous les océans. Elle atteint 30 à 70 km dans les zones continentales, comme en France, notamment en Auvergne. A cette profondeur, la chaleur de la croute est de 1 000 °C !

L'exploitation de cette énergie est réalisée, soit par le pompage de l'eau chaude qui s'y trouve, soit, en circuit fermé, par envoi d'eau froide qui remonte chaude.

Divers type de géothermie

On distingue quatre types de géothermie :

La géothermie haute énergie

La température de l'eau dépasse 150°C, la seule à produire directement de l'électricité. La vapeur créée dans un échangeur de chaleur passe au travers d'une turbine à vapeur. On la trouve essentiellement dans les zones volcaniques ou tectoniques actives comme à la Guadeloupe où se trouve le site de Bouillante (16 MW). En absence d'aquifère, de l'eau froide sous pression est injectée à grande profondeur dans les roches fracturées (par exemple roches granitiques) comme à Soultz-Sous-Forêts en Alsace du Nord à 5000 mètres de profondeur où l'eau ressort à 200 °C (centrale expérimentale de 5 MW).

La géothermie moyenne énergie

La température de l'eau est entre 90 et 150°C, pour une utilisation généralement industrielle (process, électricité par fluide binaire)

La géothermie basse énergie

La température de l'eau est inférieure à 90°C, les nappes sont à une profondeur d'environ 800 à 2500 mètres. La principale utilisation est les réseaux collectifs de chauffage urbain.

La géothermie très basse énergie

L'énergie est puisée à quelques mètres de profondeur par un fluide et l'installation nécessite une pompe à chaleur (PAC). Il s'agit dans ce cas des calories provenant de l'énergie solaire et captée dans le sol.

Historique :

L'énergie géothermique était déjà exploitée dans l'antiquité en Chine, chez les Etrusques et dans l'empire romain pour ses vertus thérapeutiques.

A Chaudes Aigues (Cantal) les sources d'eaux chaudes à 80°C étaient utilisées dès 1334 et distribuées dans plusieurs maisons ainsi que pour le lavage des peaux et laines.

En 1904, Larderello (Italie) met en œuvre la première installation de production électrique géothermique haute énergie (Production de 4800GWh/an avec une puissance de 810 MW), puis à Reykjavik (Islande) en 1930.

La maison de la Radio, ce bâtiment circulaire qui fête son demi-siècle est le premier en Ile de France à s'être chauffé grâce à la géothermie**.** Inauguré en 1963, elle puisait ses calories à 600 mètres de profondeur dans l'aquifère du bassin de l'Albien**,** une eau souterraine à 27°C.

En 1969 une installation géothermique basse énergie à Melun l'Almont alimente 3 000 foyers. L'eau est puisée à 2000 mètres de profondeur (réservoir du Dogger).

Dans les années de 1980 à 1986 la géothermie basse énergie progresse en France, essentiellement en région parisienne et en Aquitaine.

Depuis 2000, le développement de la géothermie est encouragé et représente environ 170000 tonnes d'équivalent pétrole (tep).

Production et perspectives

La capacité géothermique installée dans le monde en 2002 était 8 500 MW.

La production mondiale d'électricité par géothermie représente environ 70 TWh/an, avec une disponibilité de plus de 80% (ce qui est satisfaisant) soit 0,2 % de la production d'électricité. (En Islande elle produit 20% de l'électricité nationale).

Les experts prévoient généralement une croissance faible de la production d'électricité par géothermie sur le long terme.

En France il existe environ 70 sites de chauffages géothermiques urbains, en particulier en région parisienne (40 en ile de France dont Chevilly-Larue, La Hay les Roses, l'aéroport d'Orly et les collectivités environnantes), et dans les régions de l'Aquitaine, les Pyrénées, le Bassin Rhodanien, l'Alsace et aux Antilles.

La production française d'électricité géothermique représente 0,02 TWh soit 0,03 % de la production nationale (site de Bouillante). L'ensemble de la production géothermique et les pompes à chaleur géothermique représentaient en France, pour l'année 2001, 2 % des énergies renouvelables soit 0,01 % de l'énergie primaire.

Le BRGM est fortement impliqué dans le développement de la géothermie. Il suit notamment :

- le projet PEGASE à Coren dans le Cantal près de St-Flour et Chaudes Aigues et recherche des ressources supérieures à 150°C à 3000m avec l'objectif à terme de construire une centrale géo-électrique de 5 MWe,

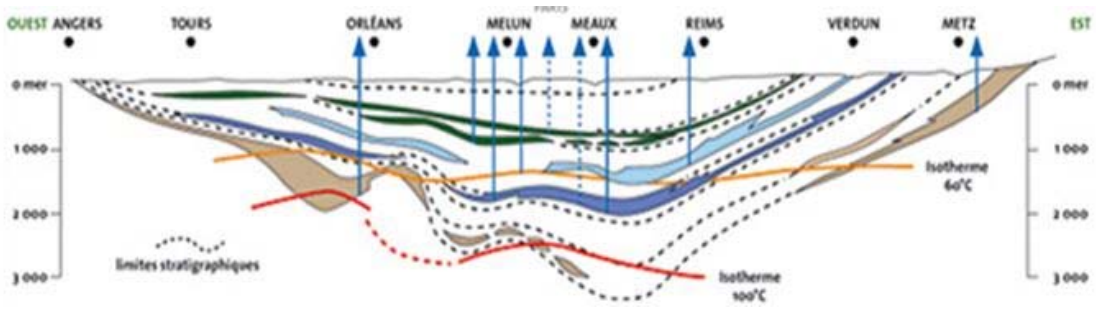
- le projet européen ITI dans le but de développer des outils adaptés à l'exploitation de réservoir géothermique à très haute température voire supercritique.

Le centre de Chevilly-Larue

La température augmente de 3,3°C tous les 100m. Il faut donc le plus souvent en France descendre très profond pour obtenir des températures intéressantes. Il faut aussi dans le cadre des techniques actuelles exploiter une couche fluide pour récupérer assez facilement la chaleur et réinjecter le produit.

C'est le cas du sous-sol de l'Île de France formé de différentes couches rocheuses, pour certaines, imperméables, piégeant parfois des nappes d'eau. L'une des nappes les plus profondes se trouve à environ 2000m sous le niveau du sol ; il s'agit du Dogger. Cet aquifère s'est formé il y a 170 millions d'années, à l'époque du Jurassique. Emprisonné entre deux couches d'argile, il est constitué de 80% de roches poreuses, et de 20% d'eau salée. La température du Dogger est comprise entre 55 et 80°C selon le lieu, et ses caractéristiques géologiques sont adaptées à une exploitation géothermique de longue durée.

Paris



Le centre de Chevilly-Larue construit en 1985, utilise la géothermie basse température à 2000m. Elle consiste à puiser l'eau géothermale, en extraire la chaleur, et la réinjecter dans sa nappe d'origine, afin qu'elle se réchauffe à nouveau : c'est une énergie renouvelable. L'énergie extraite est selon le lieu 5 à 30 fois plus importante que l'énergie nécessaire à l'extraction (A Chevilly-Larue, le coefficient de performance est de 29). Cette chaleur est directement utilisée, notamment sous forme de chauffage : c'est un procédé de géothermie directe.

Ainsi, l'eau géothermale alimente un échangeur à plaques de titane, qui transfère sa chaleur à l'eau du réseau de distribution. Ces deux circuits sont donc physiquement distincts.

Chevilly et les cités environnantes ont la chance de se trouver sur une nappe d'eau de mer située à 2000m de profondeur. Cette nappe à 78°C peut être exploitée près des agglomérations pour le chauffage de bâtiments publics ou privés. Elle a donné lieu à la réalisation de 36 centres d'exploitation en Île de France. Il existe 2 usines identiques à Chevilly-Larue et L'Hay les Roses et plusieurs sont en projet aux alentours (Cachan, Villejuif). Ces réalisations sont coordonnées par le BRGM.

L'eau à 78°C est une saumure (1/2 de la salinité de l'eau de mer). Elle contient des traces d'hydrocarbures, de H_2S, de CO_2 et est maintenue à niveau constant par l'eau de pluie qui pénètre très lentement vers la nappe (100 ans). Elle est extraite par une pompe immergée (450 KW) au débit de 90 à 300m^3/h, passe par un échangeur à plaques en titane pour transférer une partie de ses calories à l'eau vecteur de chaleur vers les immeubles .Elle est aussitôt réinjectée à 35°C dans le dogger à 1.5 km du point de prélèvement à l'aide d'une pompe qui exerce une pression de 35 bars. La pompe d'extraction est placée à 275m de profondeur dans le tube (30mm) même d'extraction. Pour éviter la corrosion des tuyaux en inox 316 on injecte en bas des tuyauteries un produit filmogène (Solamine129) qui protège bien l'acier.

Pour améliorer les performances de l'installation on a choisi la cogénération et installé à côté une unité thermique de génération électrique de 5 MWe (turbine à gaz) qui produit pour EDF. On se sert des gaz d'échappement (540°C) pour chauffer de l'eau par une chaudière de récupération. Cette eau de cogénération va rejoindre l'eau chauffée par géothermie. Sur une année l'énergie thermique produite (11 MW Th) provient en proportions de la géothermie (60%) de la Cogénération (30%) et de la consommation de chaufferies d'appoint au gaz (10%).

L'eau de cogénération à 85°C rejoint l'eau géothermique à 69°c et le mélange part vers les usagers à 74°C. En hiver (-7°C) on perd 0,02°C par Km de tuyauterie. En été (27°C) l'eau revient à 50°C en Hiver à 35°C.

L'installation est rentable pour une population de plus de 5000 logements. Les 2 installations de L'Hay et Chevilly fournissent une population de 45000 habitants et 27500 équivalent-logements.

Le forage a coûté 12 000 000 d'€ et utilisé les techniques les plus performantes des pétroliers (technique rotary). On fait encore appel aux techniques pétrolières très sophistiquées pour les réparations des tuyauteries in situ.

Les installations géothermiques du type de celle de Chevilly amènent des économies importantes chez les usagers, les bâtiments publics et les industriels (ex : L'Oréal à Chevilly). Elles ont également un très bon rendement énergétique : A titre de comparaison un chauffage très basse température d'une habitation utilisant la géothermie peu profonde et une pompe à chaleur on gagne 3 à 4 kWh pour 1 kWh électrique consommé. En comparaison avec la géothermie de Chevilly on produit 23KWh par KWh consommé pour faire fonctionner l'installation.

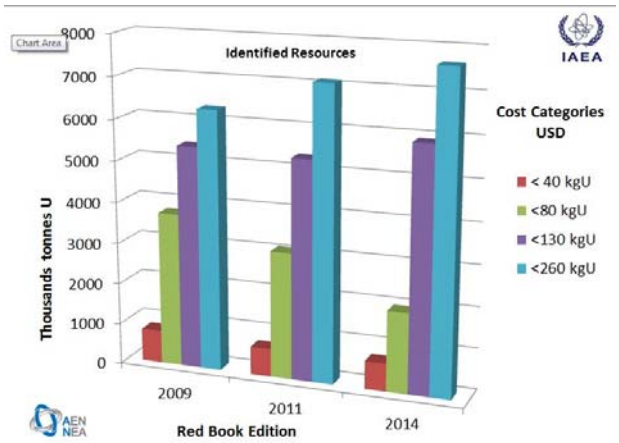
De la mine au combustible

Claude SEYVE

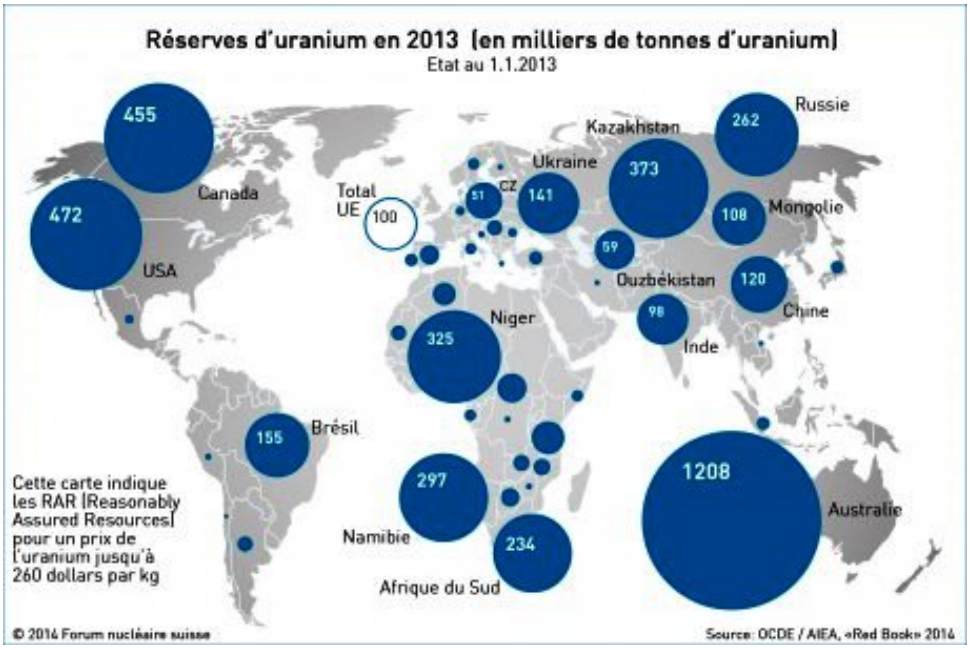
Le « Red Book 2014 » revoit à la hausse les réserves raisonnablement assurées d'uranium :

L'Agence pour l'énergie nucléaire (AEN) de l'OCDE et l'Agence internationale pour l'énergie atomique (AIEA) ont publié en septembre la mise à jour de leur « red book »

En 2011 et 2012, les ressources mondiales identifiées et accessibles à un prix inférieur à 260 $ /kg d'Uranium (100 $ per livre d'U3 08) ont augmenté de plus de 7%, ce qui porte à 21% l'augmentation depuis 2009. . La croissance des ressources identifiées est la conséquence de la hausse de 23% des investissements dans l'exploration des gisements et le développement minier sur la période 2010–2012. Ces ressources représentent 120 ans de la consommation actuelle.

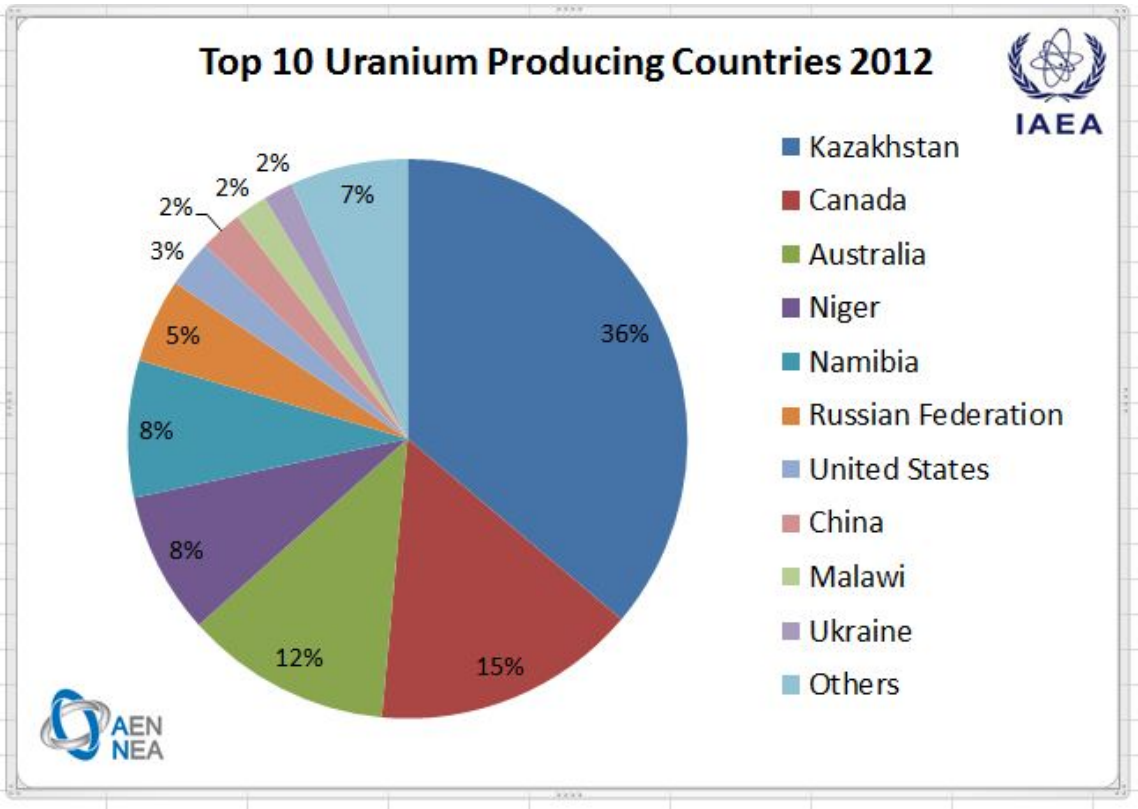


Les principales réserves se trouvent en Australie, aux Etats Unis, et au Canada :



On notera en particulier que la Chine et l'Union Européenne ont des ressources limitées. Il y a lieu cependant de noter que ces chiffres sont basés sur les déclarations des différents pays membres de l'AIEA.

Les cinq principaux producteurs en 2012 étaient le Kazakhstan, le Canada, l'Australie, le Niger et la Namibie. Ils représentent plus des ¾ de la production mondiale.



NB : Le Red Book est maintenant disponible en pdf sur Internet :
http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2014/7209-uranium-2014.pdf.
(pour les amateurs … ou les insomniaques.., il y a quand même 500 pages !

Les candidats à la reprise d'Urenco sont invités à déposer des offres

Les actionnaires d'Urenco ont convenu d'éprouver l'intérêt du marché avant de lancer formellement une procédure qui pourrait rapporter une dizaine de milliards d'euros

Areva, Toshiba, un consortium emmené par l'ancien patron Pat Upson et divers fonds de capital investissement pourraient être intéressés.

A la suite de la décision de l'Allemagne de renoncer au nucléaire, E.ON et RWE, qui détiennent 33% du capital d'Urenco, veulent vendre. Londres avait également annoncé son intention de céder ses propres 33%. Les Néerlandais sont plus prudents, considérant que la vente ne doit pas conduire à augmenter le risque de prolifération et que toute garantie doit être obtenue à cet égard. Rappelons que la technologie est confinée au sein d'Enrichment Technology Company (ETC) filiale d'Urenco et Areva

Le plan de réorganisation de l'enrichisseur américain Usec approuvé par les tribunaux

Le tribunal des faillites américain a approuvé les plans de réorganisation d'Usec Inc. L'entreprise pourra ainsi poursuivre son activité sous le nouveau nom de Centrus Energy Corp.

D'après Usec, la validation par les tribunaux du plan de réorganisation et de rééchelonnement de sa dette est la dernière étape de la procédure de faillite qui permet aux entreprises concernées de se maintenir. Il s'agit d'une procédure d'assainissement financier faisant l'objet d'un contrôle judiciaire. L'Usec avait déposé une demande volontaire de mise en faillite et proposé un plan de restructuration qui plan était soutenu par ses principaux créanciers

Démarrage de la deuxième ligne de fabrication de combustibles à Yibin.

China Jianzhong Nuclear Fuel Company filiale de China National Nuclear Corporation (CNNC), a officiellement mis en service une deuxième ligne de production d'assemblages combustibles. Cette ligne de 400 tonnes/an porte à 800 tonnes la capacité totale de l'usine.

Jusqu'à aujourd'hui, Jianzhong fabrique les assemblages destinés aux PWR de Qinshan, Daya Bay, Ling Ao, Tianwan, Ningde, Yangjiang, Hongyanhe et Yangjiang,ainsi qu'à la centrale de Chashma vendue par la Chine au Pakistan. Rappelons que Fragema a largement participé à la mise à niveau de l'usine de Yibin.

Les réacteurs

Claude SEYVE

Notre inventaire semestriel, un peu à la Prévert, témoigne du dynamisme de la zone Asie Pacifique, en particulier de la Chine. Pas un mois sans un nouveau démarrage ou le lancement d'un nouveau chantier. Un événement passé pratiquement sous silence : le démarrage du RNR russe BN800 qui fait de la Russie la référence mondiale en matière d'exploitation de réacteurs rapides refroidis au sodium après l'abandon malheureux de Superphénix.

La capacité nucléaire mondiale sera en nette croissance en 2025

D'après une étude du conseil britannique Global Data, la capacité nucléaire opérationnelle passera de 371 GW en 2013 à 517 GW en 2025 .Ceci est principalement le fait de la zone Asie Pacifique. De nouveaux pays accèderont à l'électricité nucléaire, en particulier au Moyen Orient, les programmes les plus importants, étant ceux du Viêtnam, de la Turquie et des Emirats Arabes Unis. Le VVER russe se place largement en tête de ces nouveaux marchés, avec 38,4 % des commandes, suivi par l'APR 1000 coréen puis l'ATMEA franco-japonais et l'ABWR de Toshiba. Pour Global Data, l'impact de Fukushima est principalement l'édiction de directives de sûreté plus strictes en particulier en Chine, en France, en Grande Bretagne et au Japon.

France : Les réexamens de sûreté des réacteurs se poursuivent

L'autorité de sûreté (ASN), à l'issue des réexamens décennaux, a donné son feu vert à la prolongation de l'exploitation de Nogent 1 et 2, Dampierre 1 et Cattenom 3. Elle impose toutefois à EDF des mesures complémentaires de sûreté qui devront être réalisées avant fin 2015.

Rosatom ouvre un centre régional en France

Après Prague, Kiev, Singapour et Johannesburg, le russe Rosatom a ouvert un nouveau centre régional à Paris. D'après Rosatom, il s'agit d'un « pas logique dans le développement de la collaboration avec des partenaires français et européens qui ont plusieurs décennies d'expérience. »…

Grande Bretagne : La Commission Européenne donne son feu vert à Hinkley Point.

Pour la Commission, qui s'est prononcée peu avant l'expiration de son mandat, et après de longues négociations avec les Britanniques, les mesures finalement proposées sont compatibles avec le droit européen en matière d'aide des Etats.

Le gouvernement autrichien prépare un recours devant la Cour de Justice Européenne : « Nous n'acceptons pas une décision autorisant des subventions pour du courant d'origine nucléaire » a indiqué à l'Austria Press Agentur le chancelier fédéral Werner Feymann.

Finlande : Olkiluoto 3 entrera en service commercial en 2018

D'après le consortium Areva-Siemens, la construction de l'EPR finlandais Olkiluoto 3 sera achevée mi-2016. Les travaux de mise en service seront ensuite lancés, pour une mise en service commercial désormais escomptée en 2018.

Areva indique que les retards récents sont dus principalement à la procédure d'autorisation du système de contrôle-commande, En effet, l'autorité finlandaise de sûreté nucléaire (Stuk) n'a autorisé la conception du système de contrôle-commande qu'en avril 2014, à l'issue de quatre ans d'échanges avec TVO.

En attendant, les deux parties ont revu à la hausse leur demande d'indemnisation soumise à l'arbitrage de la Chambre de Commerce Internationale : 3,5 milliards d'euros pour le consortium Areva-Siemens et 2,3 pour le client TVO.

Belgique : pas de courant de Doel 3 et Tihange 2 cet hiver

Selon l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) belge, les deux tranches nucléaires belges Doel 3 et Tihange 2 seront maintenues à l'arrêt pour une durée indéterminée. Le gouvernement a par conséquent élaboré un plan d'urgence au cas où le courant viendrait à manquer au cours de l'hiver. Il prévoit différentes mesures en cas de pénurie d'électricité, allant jusqu'à la coupure du courant dans des zones déterminées du pays. Peut-être pourrait-on leur prêter les deux réacteurs que certains en France s'acharnent à vouloir fermer ?

Le Parlement hongrois autorise le prêt russe pour Paks

En mars 2014, les gouvernements hongrois et russe ont signé un accord de financement concernant la construction de deux gros réacteurs à eau sous pression par Rosatom sur le site de Paks afin de remplacer les quatre tranches actuelles. Cet accord a été soumis au Parlement qui l'a approuvé à une large majorité par 110 voix pour, 29 contre et 19 abstentions. Ce prêt de 10 milliards d'euros sera remboursable sur 21 ans à partir de la mise en service des réacteurs prévue en 2025.

Roumanie : Le Chinois CGN va construire Cernavodă 3 et 4

Seul sur les rangs depuis le retrait des investisseurs européens, CGN a été qualifié par l'électricien nucléaire roumain pour conduire le projet en liaison avec le constructeur canadien Candu Energy. Il s'agira de deux réacteurs Candu 6 de même ne type que ceux que les Chinois exploitent déjà à Quinsham. Parallèlement à ce projet un accord de même type a été conclu avec l'Argentine pour l'implantation d'un Candu 6 à Atucha.

La Bulgarie et Westinghouse confirment leur projet d'implantation d'un réacteur AP 1000 à Kozloduy

Westinghouse et ses contreparties bulgares ont signé un pacte d'actionnaires pour la réalisation d'une tranche AP 1000 à Kozloduy. Westinghouse aura la responsabilité de la conception et du développement de ce projet chiffré à 3,7 milliards d'euros et une mise en service prévue en 2023. Ce projet reste cependant à confirmer compte tenu de l'instabilité politique actuelle. Deux réacteurs VVER 1000 de conception russe sont en service à Kozloduy, alors que 4 réacteurs VVER 440 plus anciens ont été arrêtés : C'était une des conditions de l'entrée de la Bulgarie dans l'union européenne.

Russie : prolongation de l'exploitation de Kalinin 1

L'autorité de sûreté russe a autorisé Rosenergoatom à exploiter la tranche Kalinin 1 dix ans de plus que prévu initialement. C'est la première fois qu'un projet de prolongation de l'exploitation sera mis en œuvre en Russie. Kalinin 2 doit elle aussi faire l'objet d'une mesure similaire au cours des mois à venir.

Quatre tranches VVER-1000 sont en exploitation sur le site de Kalinin, à environ 300 km au nord-ouest de Moscou. Kalinin 1 a été reliée au réseau en 1985 et Kalinin 2 en 1987, les deux autres tranches étant plus récentes (2005 et 2012).

Le réacteur à neutron rapides BN 800 de Beloyarsk 4 a enfin démarré.

Près de 20 ans que cela n'était pas arrivé ! Vingt-huit ans après le démarrage de sa construction, le BN 800 a enfin été mise en service. D'une capacité de 789 MW, c'est un réacteur à neutrons rapides refroidi au sodium, d'une technologie identique à Phénix et Superphénix, Depuis le démarrage du réacteur de Monju (Japon), en 1995, aucun RNR n'a été mis en service dans le monde. Ce réacteur fait suite à Beloyarsk 3 (BN 600) d'une puissance de 560 MW, qui fonctionne depuis 32 ans. D'après son exploitant, Rosatom, il bat régulièrement les records de productivité du parc nucléaire russe. (cf un document sur l'expérience d'exploitation de ce réacteur présentée à l'AIEA :

http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloadable/Meetings/2013/2013-03-04-03-07-CF-NPTD/T9.1/T9.1.potapov.pdf

Beloyarsk : Le réacteur à neutons rapides BN 800

Beloyarsk 4 ne sera pas piloté pour produire plus de plutonium qu'il n'en consomme, mais pour «brûler» du plutonium d'origine militaire, conformément à l'accord de désarmement conclu entre la Russie et les États-Unis On assiste ainsi à un certain retour des RNR : L'Inde et la Chine se sont lancés dans la construction de prototypes de taille industrielle, et le CEA prépare le projet ASTRID de 600 MW dans la cadre du programme international Generation IV

Biélorussie : lancement de la construction de la seconde tranche

Les travaux ont débuté fin avril 2014 avec un décalage de 6 mois par rapport à la première tranche ; Il s'agit de deux réacteurs VVER de la nouvelle série russe ES-2006 de 1200 MW. Le site se trouve à Ostrovets, au Nord-Ouest du pays à proximité de la frontière avec la Lituanie. La première tranche doit être mise en service fin 2018 et la seconde en 2020.

Turquie : Un récupérateur de corium renforcé pour Akkuyu

Atomenergoproekt a présenté aux experts turcs sa version améliorée de récupérateur de corium (core catcher) développé pour tenir compte des particularités sismiques de la Turquie. Le projet d'Akkuyu prévoit 4 réacteurs VVER 1200 implantés par le russe Rosatom dans le cadre d'un BOO (Build Own Operate) : le fournisseur développe, construit, exploite et entretient la centrale jusqu'au démantèlement inclus. La construction sera officiellement lancée au printemps 2016.

La Russie et l'Algérie ont signé le 3 septembre un accord intergouvernemental sur la collaboration dans l'utilisation pacifique du nucléaire.

Le principal élément visé est la construction d'une centrale équipée de tranches VVER. L'Algérie et la Russie souhaitent en outre explorer et exploiter ensemble des gisements d'uranium.

L'Algérie exploite actuellement deux réacteurs de recherche : l'un à Draria dans la banlieue d'Alger, utilisant de l'uranium enrichi à 20 %, construit en collaboration l'Argentine et un réacteur à uranium naturel modéré à l'eau lourde construit par la Chine d'une puissance de 15 MW à Aïn Oussera

L'Afrique du Sud confirme son programme de nouveaux réacteurs

Le gouvernement sud-africain souhaite installer une capacité de production supplémentaire de 9,6 GW grâce à de nouvelles constructions nucléaires

Les tranches Koeberg 1 et 2 (deux PWR Framatome de 930 MW chacun) sont actuellement les seules d'Afrique. A noter qu'AREVA vient de gagner, face à Westinghouse, un contrat de 300 millions d'euros pour le remplacement des 6 générateurs de vapeur de Koeberg. Cette opération, qui devra être terminée en 2018, implique une participation de l'industrie Sud-Africaine, et fournira un plan de charge intéressant aux usines du Creusot et de Chalons sur Saône (cf photo en couverture de ce numéro).

Le programme s'articule autour d'un plan destiné à intégrer autant que possible l'industrie sud-africaine. Le pays est par ailleurs, grâce au réacteur de recherche Safari 1, un des principaux producteurs mondiaux de radio-isotopes à usage médical.

Un premier accord intergouvernemental a été signé avec la Russie en septembre 2014. Dès octobre Laurent Fabius paraphait un accord de même type, ouvrant la voie à des propositions d'Areva.

Chine : Démarrage en série de nouveaux réacteurs

La tranche Fuqing 1, située sur la côte du Fujian, a été synchronisée avec le réseau le 20 août 2014. La construction de Fuqing 1, un réacteur à eau sous pression du type indigène CPR-1000, avait commencé en novembre 2008. Trois tranches du même type sont en cours de construction sur le site. Ils démarreront en 2015, 2016 et 2017.

Fangjiashan 1 a divergé le 21 octobre 2014

Deux tranches du type chinois CPR-1000 sont actuellement en cours de construction sur le site de Fangjiashan. Le premier béton de la tranche 1 a été coulé en décembre 2008, et six mois plus tard c'était celui de la tranche 2. La mise en service commerciale de Fangjiashan 1 est prévue pour décembre 2014, celle de Fangjiashan 2 environ dix mois plus tard.

Hongyanhe 3 a divergé le 27 octobre 2014.

La tranche 3 de la centrale de Hongyanhe est en construction depuis mars 2009. Le site concerné se trouve à environ 450 km à l'est de Pékin, dans le Liaoning, où deux autres tranches sur les quatre que compte la phase 1 sont déjà en service. Hongyanhe 1 a en effet été connectée au réseau en juin 2013 et Hongyanhe 2 quatre mois plus tard. La quatrième tranche, Hongyanhe 4, est en construction depuis août 2009. Il s'agit de quatre réacteurs à eau sous pression du type indigène de deuxième génération CPR-1000. Deux autres tranches sont prévues dans le cadre de la phase 2. Elles seront probablement du type avancé de troisième génération CAP-1400, une conception également indigène.

Construction possible d'un SMR chinois à partir de 2015

CNNC New Energy Corporation (CNEC) termine actuellement les études préliminaires en vue de la construction du réacteur ACP100, de la catégorie des petits réacteurs modulaires (Small Modular Reactor – SMR). Les travaux de construction de la première installation de démonstration pourraient être lancés en 2015. Le Canada et les pays du Moyen Orient se sont déclarés intéressés. CNNC entrevoit d'autres partenaires potentiels, parmi lesquels la France, la Russie et les Etats-Unis.

Le Japon confirme les projets de redémarrage des centrales nucléaires

Le Premier ministre japonais, Shinzo Abe, a indiqué que les tranches nucléaires qui remplissent les nouvelles directives de sécurité doivent être reconnectées au réseau.

Actuellement, les 48 tranches nucléaires japonaises sont à l'arrêt et font l'objet d'examens. Sendai 1 et 2 sont pour l'instant les seules dont la NRA a autorisé la remise en service. Les derniers obstacles sont d'ordre administratif, la préfecture du site devant encore délivrer son autorisation. Mi-juin 2014, la NRA avait reçu 19 demandes de reprise d'exploitation. On estime au Japon que 32 tranches devaient pouvoir recevoir l'autorisation de démarrer.

États-Unis : Des retards à la construction, des tranches AP 1000 de VC Summer en Caroline du Sud.

Ces retards pourraient entraîner des coûts supplémentaires chiffrés à un total de 1,2 milliards de dollars.

La Floride donne son accord pour deux nouvelles tranches

L'entreprise Florida Power & Light (FPL) a obtenu l'autorisation de site de la part de l'Etat de Floride et pourra construire deux nouvelles tranches nucléaires AP 1000 à Turkey Point. Reste à recevoir l'approbation par la NRC de la demande combinée de construction et d'exploitation (COL) déposée dès juin 2009. La première des deux tranches pourrait être mise en service en 2022.

FPL : Vue générale de Turkey Point 1 à 4

Turkey Point est ce site de assez unique où cohabitent allègrement des unités conventionnelles et des unités nucléaires : Turkey point 1 et 2 démarrées dans les années 60 fonctionnent au gaz ou au fuel avec une puissance de 400 MW. Suivent deux réacteurs Westinghouse de 693 MW, Turkey Point 3 et 4, démarrés en 1972 et 1973 et dont la durée de vie a été prolongée de 40 à 60 ans.

Vers deux réacteurs AP 1000 en Utah

Westinghouse Electric et Blue Castle Holdings ont signé une déclaration d'intention en préparation à la construction de deux tranches AP1000 sur le nouveau site de Green River, en Utah.

Argentine : Atucha 2 a divergé

Atucha 2, rebaptisé Nestor Kirchner, a divergé le 3 juin 2014. Différents tests doivent désormais être effectués avant que l'installation ne soit officiellement mise en service.

La construction de ce réacteur Siemens/KWU de 745 MW a commencé en 1981 et a été interrompue durant la crise financière, de 1994 à 2006

L'aval du cycle et le démantèlement

Jacques SIMONNET

L'actualité de l'aval du cycle au second semestre 2014 est peu fournie.

Aux **États-Unis**, la saga de Yucca Mountain poursuit son cours. Rappelons qu'en 2010, l'Administration dépendant du Président, avait décidé le gel du projet de stockage des combustibles irradiés par arrêt de son financement. Ce gel a encore des conséquences financières dont nous parlons plus loin.

De son côté, la NRC, autorité de sûreté, a contesté cette décision et considéré qu'elle devait achever l'évaluation de la sûreté du site, ce qui lui a été confirmé par une décision de justice d'août 2013 et elle a, à ce titre, demandé au Department of Energy (DoE), maître d'œuvre qui dépend de l'Administration, de lui fournir une étude environnementale d'impact supplémentaire. Le DoE a semble-t-il souscrit à cette demande en fournissant la mise à jour d'une étude de 2009.

Les parlementaires (Houses of Representants) ont validé la demande de la NRC, puisqu'ils ont voté en juillet 2014, malgré la menace de veto de l'Administration, un budget de 205 millions de dollars essentiellement destiné aux travaux d'évaluation de la NRC pour la prochaine année fiscale débutant au 1er octobre. Le Sénat ne doit donner son accord qu'après les élections de novembre, une formalité semble-t-il.

Ceci a fait dire à certains que le projet était relancé, ce qui semble assez loin d'être le cas.

Dernier avatar, la NRC, après avoir publié en juin des règles génériques sur le stockage, a annoncé qu'elle ne débuterait l'examen de l'étude d'impact environnemental supplémentaire remise par le DoE que lorsqu'elle aurait terminé « substantively » l'examen des options de sûreté du stockage qu'elle estime prioritaire.

Ceci est important car, faute de nouvelle règle approuvée, NRC ne peut plus délivrer de nouvelles licences de construction de réacteurs et sans doute d'extension de durée de vie

Aux **États-Unis** encore, sur l'aspect financier du stockage des combustibles irradiés, le DoE a effectivement cessé de prélever son millième de dollar par kWh et continue de répondre à des demandes d'indemnisation d'électriciens. La compagnie Georgia Power a obtenu des autorités locales l'autorisation de recréditer ses clients des sommes versées au DoE et remboursées par le DoE. Par ailleurs, en l'absence de solution pour le devenir des combustibles irradiés, la NRC a donné a plusieurs compagnies ayant des réacteurs en cours de démantèlement une dérogation afin qu'elles puissent puiser dans les fonds de démantèlement pour gérer leurs combustibles irradiés, ce que la loi n'autorise normalement pas. D'autres demandes similaires sont en cours d'examen.

Il reste un pactole de 39 Md $ (milliards de $) actuellement bloqués. Il résulte des 41 M$ prélevés aux consommateurs d'électricité, amputés des 10 Md $ dépensés sur les études et essais de Yucca Mountain qui n'ont pas débouché et regarnis par les 1.3 Md $ annuels rapportés par les intérêts des sommes bloquées (il n'y avait que 34 Md $ à fin 2013, voir N&E N°63). La destination de cette réserve est à définir. Les indemnisations accordées aux électriciens ne sont pas prélevés sur cette réserve, mais sur des fonds publics.

Aux **États-Unis** également, c'est l'usine MFFF (MOX Fuel Fabrication Facility) qui continue d'alimenter la chronique. Cette usine qui, rappelons-le, résulte d'un accord signé en 2000 avec la Russie, est destinée à convertir 34 tonnes de plutonium militaire en combustible MOX utilisable dans les centrales américaines. La construction de cette usine a commencé à Savannah River en 2007 et son budget est très largement dépassé. L'administration avait décidé début juin de geler les travaux pour examiner des solutions alternatives plus rentables. Mais en juillet, les parlementaires ont voté, malgré la menace de veto de l'administration, un budget de 345 millions de dollars pour la poursuite d'une tranche de travaux en 2015. Le Sénat doit se prononcer après les élections de novembre, une formalité semble-t-il également.

MFFF Vue d'artiste et état actuel du chantier

Quelques jours après seulement (24 juillet), par un retournement inattendu, l'Administration a fait savoir que la transformation en MOX était sa solution « préférée » pour disposer des 34 tonnes de plutonium objet de l'accord avec la Russie – ce que toutes les études avaient conclu au début des années 2000 avant la prise de décision de construire l'usine… La construction va donc pouvoir se poursuivre pendant un an, en attendant l'éventuel déblocage de fonds l'année prochaine. La licence de construction a été étendue fin novembre pour 10 ans supplémentaires, jusqu'en mars 2025, mais il n'est pas encore certain que les travaux puissent être menés à terme, les opposants peuvent encore se manifester. Ils font face à des supports notamment locaux, et le respect de l'accord international à l'origine du projet est un argument de poids.

Les tergiversations et le saucissonnage des crédits mènent inexorablement à l'allongement des plannings qui a une responsabilité certaine dans l'accroissement des coûts.

Aux **États-Unis** enfin, en l'absence de solution pour l'évacuation des combustibles irradiés, la demande se maintient à un niveau élevé pour des installations d'entreposage. Holtec, concurrent le plus sérieux de Transnuclear Inc. (filiale d'AREVA) propose maintenant des installations souterraines dont la première va être mise en service en juin 2015 sur le site de Callaway. Transnuclear reste en tête du marché avec un peu moins de la moitié des parts et propose également une offre étendue autre que les habituels conteneurs béton rangés à l'air libre.

Au **Japon**, bien que la résolution des problèmes techniques semble avoir bien avancé, la mise en œuvre des nouvelles règles émises par la NRA, autorité de sûreté, à la suite des évènements de Fukushima a conduit JNFL à annoncer un 21ème report de la mise en service de son usine de retraitement de Rokkasho-Mura, maintenant repoussée à l'automne 2017.

La très mauvaise situation financière des producteurs d'électricité ainsi que la libéralisation complète du marché de l'électricité qui doit intervenir prochainement amènent le Japon à se poser la question du statut de JNFL, qui est actuellement une filiale des électriciens. L'État, qui maintient sa politique de recyclage, pourrait s'engager dans l'actionnariat.

Au **Royaume-Uni**, le gouvernement cherchant à réduire le coût de l'entreposage et du transport du plutonium extrait ainsi que celui du retraitement de combustibles « exotiques », a pris un certain nombre de décisions d'échange (« swap ») concernant des matières allemandes ou suédoises. Ces échanges permettront également d'assurer la clôture des contrats avec ces pays. Des matières déjà extraites d'autres combustibles pourraient être rendues à ces pays sans que les combustibles qui leur appartiennent soient effectivement traités, Ceux-ci deviendraient des déchets s'ajoutant aux autres déchets propriété du Royaume-Uni.

À **l'Établissement AREVA de La Hague**, les travaux de démantèlement de l'usine UP2-400 se mettent en route et vont nécessiter l'embauche de 200 personnes, dont une quarantaine cette année. Ce recrutement s'avère peu aisé, par manque de spécialistes formés. Le Conseil économique, social et environnemental Régional (CESER) de Basse-Normandie estime « indispensable » que la région « initie ou renforce une gestion prévisionnelle des emplois et des compétences » dans ce secteur. La région de Sellafield se trouve confrontée au même genre de problèmes pour les mêmes raisons. L'extension du marché sur les réacteurs, qui par ailleurs attise la concurrence, devrait inciter les décideurs à mettre en place des filières de formation adaptées.

À **l'Établissement AREVA de La Hague**, compte tenu du fait que la capacité actuelle de 16 000 conteneurs de verre en cours de finalisation ne permettra de satisfaire les besoins EDF que jusqu'en 2017, une procédure d'autorisation d'augmentation de la capacité d'entreposage a été lancée. Cette autorisation nécessitera un nouveau décret, et passe donc par une procédure lourde avec enquête publique. L'autorité environnementale a d'ores et déjà demandé des précisions sur la manière dont seront suivies des installations qui devront être exploitées pendant plus d'un siècle.

Chez **AREVA**, le contrat pour le retraitement du combustible du puissant réacteur de recherche belge BR2 a été renouvelé.

Le réacteur BR2 à Mol en Belgique

L'avancement des études **du projet CIGEO** progresse. Le choix du mode de descente des colis a été effectué, il s'agit d'un funiculaire roulant sur un plan incliné dont l'étude a été confiée au groupe POMA. Le projet a fait l'objet d'apres discussions a propos de la loi de transition énergétique, sous la pression des opposants qui voudraient son arrêt. Le législateur étudie la manière de traduire les conclusions de l'enquête publique qui repousserait de deux ans la date de la demande d'autorisation et imposerait une phase pilote faisant l'objet d'une autorisation de mise en service restreinte. Les négociations se font sous la pression des opposants pour lesquels ces modifications ne changent rien ni au fond du problème, ni à leur détermination.

Sûreté et Environnement

François JUSTIN

La sûreté n'a pas été très impactée par la transition énergétique qui ne vise que la destruction de ce qui marche et la glorification de ce qui est cher et discontinu, 10 % à 20 % du temps… Je me suis donc limité à ce qui s'est passé en France essentiellement, car on trouve peu de détail ailleurs, sauf bien sûr à Fukushima. Les installations françaises, très surveillées par les Autorités de Sûreté, se sont plutôt bien comportées. Quelques améliorations à Fukushima où les Japonais font un énorme travail pour le nettoyage et les évacuations de combustible, prémices du démantèlement, mais le redémarrage des autres réacteurs n'aura pas lieu avant 2015. Les faibles doses ont concerné la surveillance des doses, dont les limites sont très conservatives. L'affaire des drones est troublante par la simultanéité des survols d'installations, qui a motivé un questionnement du Ministère de la Défense...

Directive de sûreté Européenne

La directive de sûreté Européenne a été révisée le 8 juillet 2014. Les additifs par rapport à la version de 2009 sont l'extension des pouvoirs des Autorités nationales, un objectif ambitieux de sûreté, l'examen par les pairs de questions spécifiques… Les états membres ont 3 ans pour transposer en droit national ces dispositions. Ainsi l'IRSN a déjà commencé ce travail de transposition.

A noter que l'AIEA a récemment fait un examen de sûreté sur le site des 2 réacteurs de Flamanville en exploitation, avec des experts internationaux. Satisfaits de la gestion et des compétences des personnels, en particulier du respect des normes de sûreté, ils ont conseillé une amélioration des pratiques d'entretien et de l'application des procédures. Les experts reviendront dans environ 18 mois.

Inspections et exercices de sûreté

Plusieurs inspections de l'ASN ont donné lieu à des rapports :

L'avis négatif des Autorités de Sûreté pour la poursuite du fonctionnement du réacteur **Osiris** exploité par le CEA à Saclay après 48 ans de fonctionnement fait peser une menace de pénurie de production de Technétium 99 utilisé en médecine nucléaire, pendant 3 à 5 ans, alors que 800 000 examens de ce type sont réalisés chaque année en France. De plus deux autres réacteurs dans le monde, pratiquant la même production, seront mis à l'arrêt prochainement. Le gouvernement a néanmoins décidé d'arrêter Osiris fin 2015. Il faut tout de même rappeler que depuis plusieurs années les Autorités avaient prévenu le CEA de ce risque, sans succès, mais le budget manquait probablement. L'Académie de Médecine prévoit une période critique de 2016 à 2018 pour la détection du cancer du sein, les scintigraphies de l'enfant et osseuse… pour des dizaines de milliers de patients.

La centrale de Belleville doit se mettre en conformité d'ici la fin 2014, suite à des déversements de matières non nucléaires.

L'ASN a fait comparaître EDF au tribunal de Bourgoin-Jallieu suite à une mise en demeure touchant la dé-construction de la centrale de Creys-Malville, à cause de carences dans la gestion des situations d'urgence non-corrigées au bout de 9 mois.

La nouvelle norme ESPN (Équipements sous Pression Nucléaires) est difficile à appliquer pour certaines structures de l'EPR de Flamanville et causent des retards notables. L'ASN a rappelé que, d'après le décret d'autorisation, la mise en service du réacteur devra être prononcée le 11 avril 2017 au plus tard.

En revanche, de nombreux satisfecit ont été délivrés par les Autorités de Sûreté :

- globalement satisfaisant pour la gestion des écarts de conformité à **Fessenheim**

- satisfaisant pour l'intégration du référentiel national au **Blayais**

- globalement satisfaisant après une visite inopinée sur le chantier de **Cattenom 2**

- le deuxième examen décennal de **Penly 2** a été jugé satisfaisant pour l'ASN et autorise son exploitation jusqu'en 2022 moyennant des prescriptions. Pas d'anomalie.

- le niveau de sûreté et de radioprotection des centrales normandes est jugé par l'ASN « globalement assez satisfaisant », pour **Penly**, **Flamanville** et **Paluel.**

- l'ASN a considéré que le niveau de sûreté du réacteur **Cattenom 3** permettait de prolonger son fonctionnement jusqu'en 2021. Ceci a été déclaré après la réalisation du deuxième examen décennal, moyennant la prise en compte de prescriptions à réaliser en 2015.

- Le 3ième examen de sûreté du réacteur **Dampierre 3** permet la poursuite du fonctionnement, avec quelques améliorations à réaliser en 2015.

- pour l'usine **Melox** de Marcoule produisant les combustibles MOX, l'ASN a déclaré « Il n'existe pas d'éléments s'opposant à la poursuite du fonctionnement », moyennant quelques prescriptions ; le prolongement de 10 ans de l'exploitation est donc prononcé après cette visite décennale.

- Après le 3iéme examen de sûreté du réacteur **Bugey 5** réalisé en 2011, l'ASN accepte de prolonger son fonctionnement, avec des prescriptions renforçant sa sûreté.

- pour la confirmation de la 2ième visite décennale de 2007/2008 des réacteurs de **Saint-Alban**, des prescriptions complémentaires résultant des enseignements de l'accident de Fukushima sont à mettre en œuvre d'ici la fin 2014.

- Les visites décennales du **Blayais** ont été réalisées avec succès pour les unités 1 et 2 en 2012 ; elles sont entamées pour le réacteur 3 et prévoient le changement des 3 générateurs de vapeur avec un arrêt de 5 mois ; il est prévu la visite du réacteur 4 en 2015.

- Le deuxième examen décennal de **Nogent 1 et 2** a été validé par l'ASN et permet une décennie d'exploitation moyennant des prescriptions complémentaires.

Des exercices de sûreté ont été analysés :

- celui du 14 novembre 2013 à **Fessenheim** est jugé satisfaisant malgré quelques problèmes de communication.

- un exercice de perte de fûts de matières radioactives (80 fûts d'oxyde d'Uranium appauvri) à Caderousse (Vaucluse) suite à un accident fictif de circulation avec une fourgonnette de gaz inflammable a mobilisé 30 sapeurs-pompiers, 130 gendarmes, 15 personnels de l'IRSN. Un

laboratoire mobile a été dressé, un robot utilisé pour des mesures et des photos. Les résultats ont satisfait les Autorités.

- un exercice de la nouvelle Force d'action rapide nucléaire (post Fukushima) provenant de Dampierre et Bugey a eu lieu sur la centrale de **Civaux** ayant fictivement perdu ses moyens de refroidissement des réacteurs. Il est en effet supposé que les moyens locaux sont en panne, et que les personnels locaux sont immobilisés.

- un exercice de simulation d'incendie à 500 mètres de profondeur dans le laboratoire de l'ANDRA à **Bure** a prouvé l'intervention des sapeurs-pompiers en un temps record.

- un exercice du même type a eu lieu sur le chantier de démantèlement de la centrale de **Brennilis** en Bretagne sur un incendie simulé dans l'atelier de découpage. La coordination des intervenants a été très satisfaisante.

- par ailleurs, un exercice à Nogent-le-Rotrou a permis de vérifier la bonne coordination entre les moyens de l'IRSN et ceux de la sécurité civile dans une région peu « nucléarisée » en opérant mesures et décontaminations de 1000 personnes par jour avec des matériels lourds amenés sur le terrain.

- Un exercice de crise de simulation de fuite d'eau radioactive provenant d'un générateur de vapeur du **Tricastin** a démontré la bonne coordination des différents intervenants.

L'IRSN renforce la surveillance radioactive autour des installations nucléaire :

Les 170 balises de surveillance datant de 1991 ont été remplacées par 400 balises de comptage gamma situées entre 10 et 30 km des installations. Elles s'ajoutent aux balises d'EDF situées entre 0 et 10 km des installations. Il s'y ajoute quelques dizaines de prélèvements d'eau, d'air, de sol, et de produits agricoles. Ce sont donc environ un millier de balises opérationnelles, qui n'ont pas révélé à ce jour d'élévation inquiétante, et l'IRSN avance même un niveau de mesure de plus en plus faible.

Le survol de plusieurs installations nucléaires par des drones légers quasi simultanément fait penser à des actions coordonnées, mais les engins utilisés ne font pas craindre de problèmes de sûreté. Le 14 novembre 2014, 32 drones ont été décomptés au-dessus d'installations nucléaires ; à propos de celui vu sur le site de **La Hague**, certains s'inquiètent de la tenue de la couverture des piscines d'entreposage de combustibles usés. Un Groupe de travail entre EDF et les gendarmes a été constitué pour étudier des réponses. Le Ministre de l'intérieur a donné instruction aux pelotons de gendarme situés sur chaque site de neutraliser ces drones, et le Ministère de la Défense est également consulté.

Un ULM piloté par un touriste allemand a survolé par inattention le centre de **Marcoule** et la centrale du **Tricastin**. Un Mirage 2000 l'a intercepté.

L'ASN continue à demander le renforcement de ses moyens et de ceux de l'IRSN, pour faire face aux examens pour la prolongation de la durée de vie des réacteurs, des renforcements postérieurs à Fukushima, des démantèlements… Cela représenterait 190 embauches et 36 millions d'euros par an sous forme d'une « contribution » des exploitants, ce qui ressemble fort à une taxe supplémentaire...que le gouvernement n'a pas (encore?) acceptée! Un sénateur a néanmoins présenté un rapport préconisant une nouvelle taxe en ce sens, alors que les exploitants nucléaires fournissent déjà 53 millions d'euros de « contribution » à l'IRSN par an, en plus d'une taxe de 580 millions d'euros pour le budget général de l'État. De plus, l'ASN revendique le contrôle des choix stratégiques de son appui

technique IRSN. Les récents arbitrages budgétaires pour le prochain triennal ont néanmoins attribué 30 postes supplémentaires à l'ASN mais rien pour l'IRSN.

Fukushima

Pour déterminer après l'accident l'état du combustible des réacteurs, fondu ou pas ? Dans la cuve ou en dessous ? Dans le radier de béton ou en dessous ? Les méthodes conventionnelles ont déterminé pour le réacteur N°3 que le combustible fondu avait traversé la cuve et pénétré de 70 cm dans le radier en béton qui fait plusieurs mètres d'épaisseur. Par ailleurs, la tomographie muonique développée le Laboratoire national de Los Alamos, utilisée pour déterminer le cheminement des laves situées sous des volcans, pourrait aussi être essayée.

Trois lignes de décontamination des eaux ont été remises en marche, pour l'eau polluée par son passage sur le combustible ; on cherche donc à isoler le sous-sol des 4 réacteurs accidentés, par un « mur de glace descendant à 30 mètres » avec 1500 tubes réfrigérants pour 1400 mètres de long. Ceci serait d'autant plus intéressant qu'un flexible identifié présente une fuite de 1 500 litres d'eau par heure. Les premiers essais ont été décevants car le terrain ne gèle pas, le courant liquide étant trop fort. Un nouveau système de traitement des eaux à hautes performances est à l'essai avec une capacité pouvant aller jusqu'à 2 000 tonnes d'eau par jour, alors que 300 tonnes d'eau sont récupérées car polluées chaque jour après leur passage sur le combustible accidenté. Le surplus permettra donc de vider progressivement le millier de réservoirs d'eau polluée stockés sur le site. A noter que le tritium n'est pas retenu par le procédé, mais reste en faible concentration.

Le combustible usé stocké dans la piscine du réacteur 4 a été complètement récupéré le 6 novembre 2014, en avance sur l'objectif de fin 2014 : il s'agit de 1331 assemblages usés.

Un robot de fabrication suédoise pour préparer la décontamination des murs et équipements a été essayé sur le réacteur 2.

Deux municipalités de la préfecture de Fukushima ont accepté la construction de stockage temporaire de déchets issus de la décontamination de la zone. Pour les plus de 40 millions de m^3 de déchets radioactifs collectés autour des réacteurs accidentés, avec la moitié de terre et végétaux contaminés, le gouvernement a décidé de les incinérer en majorité pour ne stocker que les cendres. L'intégration des cendres dans du béton n'est pas confirmée.

L'exportation du riz cultivé dans la région de Fukushima va reprendre vers l'Indonésie, après vérification que la limite drastique de 100 Bq par kilogramme en Césium est respectée. En Europe, la norme est de 1200 Bq par kg.

La contamination de l'eau de mer proche du site est revenue équivalente au niveau antérieur, et la contamination des poissons est à 99,4 % compatible avec le seuil de commercialisation. Seuls les poissons vivant sur les fonds sont encore au-dessus de la limite, dans les zones proches de la centrale.

Le village de Kawauchi situé à 20 km des centrales accidentées peut être partiellement ré-occupé par ses habitants. C'est la deuxième autorisation officielle de retour depuis avril 2014 pour Miyakoji.

Ces retours ponctuels contrastent avec une situation très active dans la zone de trente kilomètres de diamètre où il est permis de « se déplacer, mais pas rester dormir » et les milliers d'ouvriers, d'ingénieurs et cadres d'entreprises de génie civil qui font la navette entre le

chantier pharaonique de démantèlement du site et les hôtels bondés en dehors de la zone. Alors que cette région se vidait de ses habitants avant la catastrophe et environ 3000 employés sur l'ensemble des réacteurs, un effectif de 4 000 travailleurs au premier semestre est passé à 7000 fin 2014, témoignant de l'effort considérable des Japonais pour nettoyer la région.

Les accidents graves en France

Suite aux conséquences du tsunami à Fukushima, l'IRSN a été interpellé sur les probabilités des accidents graves en France. Bien qu'il soit facile de montrer qu'un tsunami de plus de 10 mètres, surtout à l'intérieur des terres, soit impossible, les Autorités ne sont pas entrées dans cette problématique et considèrent directement l'occurrence d'un accident grave et développent les moyens à mettre en œuvre pour en limiter les conséquences, les mesures de protection des populations. Ces moyens et mesures sont directement issus des réflexions post-Fukushima : modifications sur les installations, moyens d'urgence extérieurs, évaluation rapide des conséquences et évacuations éventuelles des personnes. La mise en œuvre de ces moyens est vérifiée lors des exercices de simulation d'accident ; 12 à 15 exercices sont réalisés chaque année, parfois d'ampleur internationale.

A noter que le périmètre considéré dans les procédures après accident, actuellement de 10 km autour des installations, pourrait être porté à 80 km ?

Les faibles doses

Une maison et une station-service, construites à Bessines en Limousin sur des stériles miniers d'Uranium il y a environ 50 ans, soumettait ses occupants à une concentration notable en Radon. On mesure de 8 500 à 18 700 Bq/m³ dans cette maison pour une recommandation habituelle de 300 Bq/m³ ! Au bout de plus de 10 ans, le risque de cancer du poumon serait de l'ordre d'un fumeur d'un paquet de tabac par jour, soit 10 fois le risque d'un non-fumeur. Et si la personne contaminée fume effectivement, le cumul est plus important encore. La Préfecture a décidé de détruire la maison et de décontaminer le terrain. AREVA finance la construction d'une nouvelle maison pour reloger les habitants dans les environs.

On peut noter à ce sujet qu'une étude de 3 ans a été faite dans la région de Concarneau sur 3 700 résidences principales, représentant 16 % des logements ; 75 % étaient en dessous du seuil de 300 Bq/m³, 4 % au-dessus du seuil d'alerte de 1 000 Bq/m³. La ventilation et l'étanchéité des sols sont dans ces derniers cas à renforcer. L'exposition au radon serait en effet la cause de 5 à 10 % des cancers du poumon en France.

La surveillance en France des examens radiologiques des personnels médicaux montre que les doses reçues ont augmenté de 50 % entre 2002 et 2007. L'IRSN a souligné dans sa fiche sur les pratiques médicales que, « selon la pratique, le matériel, et la morphologie du patient » on peut avoir une disparité d'un facteur 1 à 50. Mais l'optimisation des appareils est insuffisante, ainsi que le nombre de radio physiciens. Il est donc recommandé de pratiquer un IRM plutôt qu'un scanner.

Les travailleurs du nucléaire ont reçu des doses en décroissance de 3 %.

Les personnels de l'aéronautique ont une dose stable de 1,9 mSv par an en moyenne avec un maximum à 4,5 mSv par les rayons cosmiques, s'ajoutant aux 2,4 mSv au sol. Ces doses sont calculées avec le logiciel SievertPN de l'IRSN, en fonction des vols effectués.

Sur les 352 082 travailleurs surveillés en 2013, comprenant 68 000 de l'électronucléaire et 220 000 du domaine médical et vétérinaire, 96 % ont reçu une dose inférieure à 1 mSv, limite

annuelle réglementaire générale. Pour les 4 % restant, 1894 travailleurs ont reçu plus de 6mSv. La plupart des doses supérieures à 20 mSv par an concernait le milieu médical.

L'IRSN a trouvé de faibles traces de radioactivité dans le bassin de la Seine à Rouen. Il s'agirait de rejets faibles de Plutonium, pouvant donner aux agriculteurs une dose de 0,12 mSv par an, à comparer à 2,4 mSv pour la radioactivité naturelle ou 1,3 mSv pour les examens médicaux. Ce rejet serait dû à un déversement accidentel des installations de recherche du CEA de Fontenay aux Roses le 30 janvier 1975. L'IRSN estime que la faiblesse des expositions ne nécessite pas de mesures particulières.

Les sur irradiés d'Epinal

De 1987 à 2006, environ 5000 personnes ont été sur irradiées par suite de dysfonctionnement lors de traitement de tumeurs cancéreuses, mais seuls les 450 postérieurs à 2001 ont été portés en justice. Douze patients sont morts, d'autres ont eu de graves séquelles ; des peines de prison fermes ont été requises pour deux radiologues et un radio-physicien, mais l'appel sera jugé en décembre.

Rappels :

ASN = Autorité de Sûreté Nucléaire *Française*

IRSN = Institut de Radioprotection et de Sûreté *Français*

MOX = Mixed oxide fuel *Combustible à oxyde mixte Uranium Plutonium*

Réacteur OSIRIS
ou le choix entre santé et sécurité

Aimé DARRICAU

Faut-il, voire peut-on, choisir entre la sûreté nucléaire et l'accès à des produits radioactifs utilisés en médecine. C'est en quelque sorte le choix cornélien qui résulte de l'arrêt du réacteur OSIRIS du centre de Saclay. En effet, ce réacteur mis en service, on le sait, en 1966 était affecté depuis l'origine à l'étude des combustibles et matériaux divers des centrales nucléaires, mais aussi à la production de radioéléments utilisés en médecine pour la radiothérapie et l'imagerie médicale.

Un avis de l'Académie de Médecine rappelle que près de 75% des examens scintigraphiques utilisent le Technétium 99 produit dans des domaines très nombreux : oncologie, cardiologie, neurologie, endocrinologie, rhumatologie, pneumologie, néphrologie, urologie et gynécologie. Rien qu'en France, on a compté jusqu'à 1.350.000 examens par an.

Or, la décision de mise à l'arrêt définitif au 31 décembre 2015 a été signifiée au CEA par cinq ministres (Ségolène Royal, Benoît Hamon, Geneviève Fioraso, Arnaud Montebourg et Michel Sapin) début août 2014. Certes le risque de pénurie était déjà envisagé, fait remarquer l'ASN, il y a dix ans. Et un réacteur de « remplacement » était prévu à Cadarache, le réacteur Jules-Horowitz en cours de construction. Mais cette construction a pris du retard et d'aucuns pensent que ce remplacement, de ce fait, ne pourrait intervenir qu'en fin de la présente décennie.

Certes la décision d'arrêt avait été préparée par l'ASN après avis de l'IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté nucléaire) rendu en 2013, alors que le CEA avait demandé une prolongation jusqu'en 2018, sinon 2020. L'avis de l'IRSN était balancé, relevant des points forts comme la conception générale du réacteur et des circuits principaux associés, ainsi que le concept du bloc-eau.

Mais trois domaines avaient été relevés pour lesquels l'installation ou la démonstration de sûreté associée étaient « en retrait par rapport aux règles et pratiques de sûreté à l'état de l'art pour ce type d'installation ». Et de citer la démonstration de sûreté, la capacité de confinement de l'enceinte de confinement et la protection à l'égard des risques de chute d'avion ou d'explosion externe.

Par ailleurs, l'IRSN ne se prononçait pas vraiment sur le gain de sûreté que pourrait provoquer une modification de la nature des dispositifs expérimentaux ou sur la diminution de la puissance de fonctionnement du réacteur. Bref, des points forts et des nécessités de renforcement….

Et l'ASN avait maintenu le couperet de 2015 en spécifiant qu'une prolongation « ne pouvait être étudiée qu'avec l'instruction d'un réexamen de sûreté complet, permettant de définir et de mettre en place des gains de sûreté substantiels ». Autrement dit la prise en compte de données post-Fukushima. Et des travaux coûteux sans apparemment de crédits supplémentaires substantiels !

Cela étant, le risque de pénurie du matériau à usage médical était craint depuis longtemps, une dizaine d'années au moins comme l'a rappelé l'ASN. Et déjà en 2006 le CEA avait proposé de

prolonger le fonctionnement du réacteur au-delà de la date de 2010 jusqu'à 2015, ce qui fût admis.

Mais la situation s'est aggravée avec le retard du chantier du réacteur Jules Horowitz. Et l'Académie de Médecine a tiré la sonnette d'alarme dans un communiqué du 18 février 2014, rappelant notamment que, pour six indications majeures, aucune substitution n'est possible (détection du ganglion sentinelle, recherche d'embolie pulmonaire chez la femme enceinte, patients ayant une contre-indication aux produits dits de contraste radiologiques, détection de l'origine d'une hyperparathyroïdie, scintigraphies de l'enfant et scintigraphie rénale).

Et si ce communiqué fait état d'autres examens en théorie substituables, il ne cache pas qu'il y aurait un surcoût « très significatif » et surtout une impossibilité à faire face à la demande. Et même si l'Académie de Médecine cite deux cas de substitution possible (certains cas de scintigraphies thyroïdiennes annuelles et scintigraphies cérébrales pour le diagnostic des troubles cognitifs), voire le développement de nouveaux produits pharmaceutiques, le verdict est clair : il y aurait des conséquences graves avec impossibilité de substitution pour des dizaines de milliers de patients qui ne pourraient plus bénéficier des examens concernés.

Alors, quelles sont les solutions qui resteraient envisageables si on considère, avec raison semble-t-il, que la décision ministérielle est définitive ? Leur inventaire est aisé et rapide :

- L'ASN a entrouvert une porte en affirmant qu'elle pourrait examiner pour la période 2016 – 2018 une démarche qui limiterait au maximum le fonctionnement du réacteur Osiris, en le réservant au seul objectif de pallier une pénurie de « ^{99} Mo » qui sert à la fabrication du Technétium 99 métastable utilisé donc en médecine. Mais apparemment le CEA a exprimé les plus grandes réserves : coût financier d'un fonctionnement très réduit du réacteur et risque « d'effritement » d'équipes employées à la marge.
- Le recours à une production à l'étranger, mais hélas le paysage là aussi n'est pas fameux. En effet les réacteurs existant à l'étranger pour le type de production qui nous intéresse sont au nombre de quatre et tous anciens, qu'on en juge plutôt :
    - NRU à Chalk River au Canada mis en service en 1957,
    - HFR à Petten aux Pays Bas en service en 1961,
    - Safari à Pelindaba en Afrique du Sud remontant à 1965,
    - BR2 à Mol en Belgique datant de 1961.

En 2007, au Canada, un arrêt pour maintenance prolongée du réacteur NRU a entraîné une pénurie à l'échelle internationale pendant plusieurs semaines. De la même façon aux Pays-Bas, un arrêt inopiné du réacteur HFR en 2008 a entraîné une situation de pénurie qui a contraint les services médicaux à réduire leurs programmes d'examens. Et selon le CEA, on a même vu Osiris assurer 100% de la production européenne en mai et décembre 2010 !

Enfin, l'avenir ne se présente pas mieux quant au recours à l'étranger puisque le réacteur canadien doit cesser son activité en octobre 2016 et le réacteur belge doit être en maintenance pendant dix-huit mois en 2015 - 2016.

Et déjà en 2009 l'ASN estimait, non sans raison, que la solution passait par une concertation et une réflexion entre les Etats au plan international pour renforcer la coordination entre les exploitants de réacteurs sur les plannings de maintenance, optimiser l'utilisation du Technétium

99, rechercher des méthodes alternatives de production ou encore étudier le recours à d'autres méthodes d'imagerie médicale.

Et apparemment aucune démarche dans ce sens, s'il faut penser qu'il y en a une, n'a abouti. Et ici ou là des débuts de polémique ou de discussion ne sont pas absents semble-t-il. Ainsi pour l'Inspection des Affaires Sociales, l'activité d'Osiris curieusement n'aurait qu'un faible poids pour éviter une pénurie de Technétium 99.

Pour *Libération,* le message de l'ASN au Gouvernement et aux industriels va au-delà du cas Osiris Il leur dit qu'elle sera inflexible s'ils retardent inconsidérément le remplacement de réacteurs nucléaires. D'aucuns se sont demandés si les facteurs de prise de décision ne sont pas en grande partie ailleurs : refus par l'ASN de comparer des risques différents, santé et sécurité, poids financier bien sûr avec un fonctionnement minimal du réacteur, risque d'effritement, on l'a vu, des équipes qu'a avancé le CEA en espérant l'impact de la réaction du corps médical. Constat amer par d'autres quant à la volonté a priori d'une « dénucléarisation » de sites densément peuplés, car évacuer 300 personnes ou 30.000 ce n'est pas la même chose…

Il reste que le temps est capital dans la détection et le traitement du cancer. Et le constat que l'on peut faire de la situation « institutionnelle » est assez attristant. Et dire qu'Osiris était un dieu sauveur ! Pour l'instant c'est le silence autant qu'on puisse le savoir. Au point où l'on en est, la décision qui semble s'imposer, quelle qu'elle soit, est éminemment politique sans doute, et à un assez haut niveau puisque toutes les procédures légitimement utilisées aboutissent à une solution ou plutôt à une absence de solution du vrai problème, si l'on ose dire.

Terminons cependant sur une note d'espoir, en effet nous venons d'apprendre qu'un premier lot de molybdène-99 produit dans le cadre du projet MIP (Medical Isotope Project) par l'accélérateur linéaire CLS (Canadian Light Source) de Saskatoon a été livré. Les essais vont se poursuivre pour déterminer dans quelles conditions un programme de production et de transport pourra être assuré et recevoir l'agrément des autorités canadiennes. On peut donc espérer qu'à l'arrêt définitif en 2016 du réacteur canadien NRU qui couvre le tiers des besoins mondiaux la nouvelle installation pourra prendre le relais.

Quelques rappels

Dans les débats actuels il est très fréquent de constater des confusions en matière

1- **D'énergie et d'électricité** : l'électricité ne représente en 2012 dans notre pays que % de l'énergie finale utilisée (contre 42% pour le pétrole et 21% pour le gaz). S'il est clair que la meilleure énergie est celle qu'on économise, nos combats contre le CO2, ou la pollution ou pour réduire notre déficit commercial ne justifient pas de limiter la consommation d'électricité : en France en effet celle-ci est dé-carbonée à plus de 85% et les quantités d'uranium nécessaires sont faibles (grâce à un contenu énergétique 10000 fois plus élevé que les hydrocarbures ou le charbon) et ne génèrent pas de déficit de notre balance commerciale. D'ailleurs, les futurs transferts d'usage (par exemple véhicule électrique), la reprise économique, les perspectives de ré-industrialisation ou l'accroissement de la population mondiale risquent fort d'encourager l'augmentation de la consommation d'électricité.

2- **D'énergie produite et de puissance disponible** : le critère le plus pertinent pour comparer les contributions des diverses formes d'énergie électrique (nucléaire, hydraulique, charbon, fuel, gaz, bois, éolien, photovoltaïque, géothermie, biomasse, énergies marines etc.) est la quantité d'énergie** produite sur l'année et non la puissance* instantanée installée, susceptible d'être mise en œuvre ou pas, selon les besoins (équilibre offre-demande) ou les aléas (météorologiques, nuits, maintenances, pannes). Un équipement de forte puissance ne fonctionnant que peu de temps dans l'année ne fournirait que peu d'énergie ! Il est intéressant de noter par exemple qu'avec moins de 50% de la puissance électrique installée en France le nucléaire produit 75% de l'énergie électrique nationale (c'est bien ces 75% que notre Président souhaite ramener au-dessous de 50% de l'énergie produite en 2025).

L'énergie* produite est donc le produit d'une puissance** instantanée par une durée de production. Pour les différentes technologies la durée par an ou facteur de charge est extrêmement variable. En France les facteurs de charge sont en moyenne de :

- Nucléaire : 75 %
- Eolien : 20 à 25 %
- Photovoltaïque : 10 à 15 % (selon la région)
- Hydraulique : 30 à 40 %
- Thermique (charbon, fuel, gaz…) : 20 %

Attention : rien à voir avec les parts respectives dans la production électrique nationale ; ce ne sont que des taux d'utilisation sur les 8760 heures annuelles. En d'autres termes, en France, dans l'année, un réacteur nucléaire produit 4 jours sur 5, une éolienne produit 1 jour sur 5, une cellule photovoltaïque fonctionne de 1 à 1,5 heure sur 10 (selon la région), et les centrales thermiques classiques fonctionnent 1 jour sur 5 par choix pour des raisons économiques et de pollution CO2.

Par exemple, il faut une puissance éolienne de 4600 MW (soit 2 300 éoliennes de 2 MW unitaire) pour produire la même quantité d'énergie électrique d'un seul réacteur de 1 300 MW. On comprend également pourquoi il n'est pas pertinent de dire qu'un champ d'éoliennes alimente un nombre de foyers comme on le dit souvent alors que ce n'est vrai que 20% du temps !

* **La quantité d'énergie** s'exprime habituellement pour l'électricité en kWh (kiloWattheure soit un kiloWatt pendant une heure), MWh (megaWattheure), etc.